THE UNIVERSITY

OF ILLINOIS

LIBRARY

520.5
SIR
v.53

Observatory

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.

To renew call Telephone Center, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

DEC 20 1979

FEB 02 1982

APR 8 1983

L161—O-1096

Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/siriuszeitschrif5319unse

SIRIUS

122430
257241

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit

Prof. Dr. G. Berndt und Prof. C. Metger

herausgegeben von

Dr. H. H. Kritzinger
in Berlin NW 40

---

53. Band oder neue Folge 48. Band.
1920

Eduard Heinrich Mayer
Verlagsbuchhandlung
LEIPZIG

520.5
SIR
v. 53
Observatory
8 Nov. 22

Inhaltsverzeichnis.

1. Biographisches.

Bauschinger, Julius. 25.
Elster, Julius. 143.
Repsold, Johann Adolf. 81.
Schwahn, Paul. 152.
Struve, Hermann. 203.

2. Erde.

Polhöhenschwankungen, Zur Frage der täglichen. 22.

3. Fixsterne.

a) Allgemeines.

Bahnbestimmung des Doppelsternes ξ Urs. maj. 13.
Farbenbestimmung der Fixsterne. 164.
Farben der Doppelsterne. 125.
Innerer Aufbau der Sterne. 95, 114, 135.
Messung der Sternstrahlung. 4.
R Coronae borealis und verwandte Sterne. 104.
Statistik der δ-Cephei-Sterne. 104.

b) Spektroskopisches.

Absolute Bewegung von Barnards Stern und anderer Zwerg- und Riesensterne vom Typus M. 158.
β Ursae maj. 20.
Bewegungen im Raum von Sternen großer Radialgeschwindigkeit 205.
Parallaxenbestimmung durch Spektrallinien. 126.
Spektrum und Farbenindex. 147.
Spektren der Wolf-Rayet-Sterne. 15.
VV Orionis. 20.

4. Kometen.

Periodischen Kometen, Die im Jahre 1920 zu erwartenden. 19.
Komet Tempel$_2$. 147.
Komet 1919 d. 19.
Komet 1919 e. 19.

5. Meteore und Sternschnuppen.

Ausgestaltung und Zentralisierung der internationalen Meteorbeobachtung. 67.
Farbenwechsel großer Meteore. 57.
Meteorbeobachtungen in den Jahren 1918 und 1919. 183.
Meteor, großes, vom 1. Juli 1920. 187.
Meteorstein, Der erste aus der Rheinprovinz bekannt gewordene. 18.

6. Mond der Erde und Monde der Planeten.

Aufsturzhypothese der Mondkrater. 189.
Mondphotometrie. 122.
Mondrillen, Irrtümlich verzeichnete. 81.

505824

Jupitermonde. 94.
Jupitermond, Vom. 9, 161.
Saturnmond Rhea, Verfinsterungen. 57.

7. Nebelflecke und Sternhaufen.

Entfernung von Sternhaufen. 1.
Kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel zu unserem Sternsystem, Stellung der. 56.
Parallaxe des Planetarischen Nebels N. G. C. 7662. 148.
Symmetrieachsen von Sternhaufen. 163.

8. Planeten.

Albedo der Planeten und ihrer Begleiter. 48.
Planetenatmosphäre. 82.
Venus. 19, 141.
Venus, Dämmerungserscheinungen auf. 123.
Jupiter. 93, 141.
Jupiter, Neues vom. 124.
Saturn. 94.
Saturn in der Opposition 1920. 163.

9. Planetenkonstellationen, Finsternisse usw.

Konjunktionen, Die nächsten, von Jupiter und Saturn. 181.
Totale Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919. 19, 183.

10. Sonne.

Sonnenfleckenperioden. 204.
Statistik der Sonnenflecken. 79, 100, 144.

11. Sternwarten, Instrumente und Beobachtungsmethoden.

Argelanders Verfahren der Stufenschätzung von Sternhelligkeiten. 7.
Aus den Jahresberichten der A. G.-Sternwarten für 1918. 51.
Beobachtung der astronomischen Strahlenbrechung am Horizont. 41.
Drehkuppel, Bau einer, mit einfachen Hilfsmitteln. 71, 91, 120.
Durchbiegung, Wirkung der, eines Spiegels auf seine auflösende Kraft. 21.
Fernrohr-Triebwerke. 104.
Justierung der Aufstellung eines paral tisch montierten Instrumentes. 37.
Leistungen eines Merzschen Schulfernrohres. 118.
Meridiankreise, Über. 138, 154.
Photographisch-photometrische Methode zur Bestimmung von Sternhelligkeiten. 55.
Positions-Differenzenmikrometer. 74.
Spiegelprismen, Verwendung von, bei Meridiankreismessungen. 45.
Schraubenwert des Fadenmikrometers. 121.
Ulugh-Bek-Sternwarte in Samarkand, Die ersten Ausgrabungen der. 169.
Zentralstelle, deutsche, für Erdbebenforschung. 104.

12. Veränderliche und Neue Sterne.

Änderungen im Spektrum von 20 Cepheï-Veränderlichen. 204.
Künstliche Lichtkurven. 58.
Neuer Stern im Schwan (Nova Cygni 1920). 201.
Nova Sagittae. 58.
Räumliche Verteilung der Neuen Sterne. 163.
W Ursae maj. 82.

13. Vermischtes.

Astronomische Lesefrüchte, Sonderbare. 185.
Aufforderung. 122.
Bücherschau. 23, 59, 84, 107, 127, 148, 167, 188, 207.
Doppelmaiers Himmelsatlas. 198.
Entstehung fokaler photographischer Sternbilder und die Erhellung der Atmosphäre in der Nachbarschaft heller Gestirne. 26.
Ergebnissen, Aus den, des physikalisch-meteorologischen Observatoriums Davos. 77.
Flut und Ebbe. 61, 85, 109, 129, 149.

Helligkeitsunterschiede, Die kleinsten auf photographischem Wege noch zu erkennenden. 76.
Kosmos und Kristall. 59.
Meinungsaustausch. 23, 83, 106, 165, 206.
Nordische Astronomische Zeitschrift. 126, 164.
Sternkataloge, Fundamentale. 195.
Strindberg als Astronom. 2.
Telephonisches Zeitsignal der Hamburger Sternwarte in Bergedorf. 205.
Vereinigung zur Verbreitung astronomischer Kenntnisse (V. A. K.). 187.
Vermischte Beobachtungsnachrichten. 105, 165.
Zodiakallichtes, Beobachtungen des. 102.
Zonenzeit an Bord. 22.

14. Angelegenheiten der Ingedelia.

Allgemeines. 24, 60, 128, 148, 168, 188, 208.
Generalversammlungsbericht. 173.
Tätigkeitsbericht der Sonnengruppe. 16.

15. Tafeln.

I. Der 65 *cm*-Refraktor der Babelsberger Sternwarte. — Jupiter 1919 Mai 18.
II. Aufnahmen des Oriongürtels.
III. Karte der Umgebung von RR Geminorum.
IV. Karte der Umgebung von U Pegasi.
V. Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln.
VI. Mondaufnahme zu photometrischen Zwecken.
VII. Jupiter 1920 März 3.
VIII. Jupiter 1920 Febr. 17, 18, 29; März 26.
IX. Die totale Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919.
X. Künstliche Mondkrater.
XI. Kupfertafel aus Doppelmaiers Himmelsatlas.

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger**
herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

Januar 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.

Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Über die Entfernung von Sternhaufen. S. 1. — Strindberg als Astronom. Von Detlev Odenius. S. 2. — Die Messung der Sternstrahlung S. 4. — Argelanders Verfahren der Stufenschätzung von Sternhelligkeiten. S. 7 — Bahnbestimmung des Doppelsterns ξ Ursae majoris. S. 13 — Spektren der Wolf-Rayet-Sterne. S. 15. — Tätigkeitsbericht der Gruppe für die Beobachtung der Sonne. S. 16. — Der erste aus der Rheinprovinz bekanntgewordene Meteorstein. S. 18. — Rundschau. S. 19. — Meinungsaustausch. S. 23. — Bücherschau. S. 23.

Über die Entfernung von Sternhaufen.

Die Frage nach der Stellung der Sternhaufen gegenüber dem Fixsternsystem hat noch keine endgültige Antwort gefunden. Gehören sie zu unserer Milchstraßeninsel oder stehen sie außerhalb derselben? Eine Entscheidung könnte die Kenntnis der Entfernung jener Gebilde anbahnen, und man wird daher jeden Versuch diesem Ziel entgegen sorgsam beachten müssen. Die Abstände von 22 solcher Sternhaufen werden nun in einem kurzen Aufsatz angegeben, den C. Coebergh in der holländischen Zeitschrift „Hemel en Dampkring", November 1918 (3 Seiten), veröffentlichte. Der Grundgedanke des vom Verf. eingeschlagenen Weges geht auf Kapteyn und Schouten zurück und läßt sich folgendermaßen skizzieren.

Durch die Untersuchungen verschiedener Autoren sind wir mit dem normalen Verlauf der Verteilungen der Fixsterne nach Größenklassen an jeder Stelle der Sphäre bekannt. Wir können also durch Abzählung der Sterne des betreffenden Sternhaufens die Anzahl der ihm zugehörigen Sterne von jener des allgemeinen normalen Untergrundes trennen. Weiter läßt sich jetzt für jeden Sternhaufen die Tafel der Sternzahlen nach Größenklassen aufstellen und von dieser charakteristischen Verteilung hängt nun die mittlere absulute Größenklasse der Sterne, d. h. die scheinbare Helligkeit in einer bestimmten Entfernung, ab. Damit ist aber durch eine einfache Formel Parallaxe und Abstand des Haufens bestimmt.

Das von Coebergh benutzte Material waren die Gould schen photographischen Aufnahmen südlicher Sternhaufen. Die Ergebnisse fallen recht merkwürdig aus. Einige Gebilde stehen uns danach ganz nahe, nur 130—150 Lichtjahre entfernt, andere in unermeßlichen Weiten, 33 000 Lichtjahre, ohne jeden Zusammenhang mit unserem System. Dazwischen alle Übergänge über den Rand unserer Weltinsel, der

in etwa 10 000 Lichtjahren liegen mag, hinweg. Die einen Cumuli wären unbedeutende Anhäufungen innerhalb der Milchstraßensterne, die anderen riesige Gebilde vom Range unseres eigenen Milchstraßensystems, allerdings von wesentlich anderem Aufbau als dieses. Dabei aber weicht der äußere Anblick der betrachteten Objekte nicht viel von einander ab, gleichgültig ob sie nah oder fern stehen.

Schon diese Überlegung wird den neuen Sternhaufenparallaxen gegenüber zu vorsichtiger Skepsis mahnen. Dazu treten noch andere Gründe. Einmal kommt unter den Sternhaufen Coeberghs auch der Orionnebel vor. Hier führt die Methode des Verf. auf den geringen Abstand von nur 130 Lichtjahren (Parallaxe 0.026), während Berechnungen auf Grund der Bewegung der Orionsterne die Gegend mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit in eine Entfernung von 600—700 Lichtjahren hinausrücken. Sodann hat man aus der Vergleichung der Eigenbewegung und der Radialbewegungen der Spiralnebel gefunden, daß der durchschnittliche Abstand dieser Nebel 20 000 bis 30 000 Lichtjahre beträgt. Es gelangen also Gebilde von grundsätzlich verschiedenem Aussehen und verschiedenem Verhalten zur Milchstraße in den gleichen Abstand von unserem Standpunkt im Weltall. Das paßt nicht zu unserer bisherigen einfachsten Beschreibung vom Aufbau des Sternsystems.

Wenn wir also die Größenordnung der neuen Sternhaufenparallaxen ablehnen, wo liegt der Fehler? Im Ausgangspunkt. D. h. der postulierte Zusammenhang zwischen Leuchtkraftkurve und Sternverteilung trifft nicht zu. Coeberghs kleine Arbeit behielte natürlich auch dann ihre Bedeutung, wenn unsere Meinung sich bestätigen sollte. Denn eine negative Aufklärung ist gleichwertig mit einer Positiven. W.

Strindberg als Astronom.

Von **Detlev Odenius.**

Wenn ein Buch in vier Monaten drei Auflagen zu je zweitausend Exemplaren erlebt, so ist das ein Beweis dafür, daß dem Werke ein ganz besonderes Interesse entgegengebracht wird. Diesen Riesenerfolg hat Strindbergs Blaubuch (1. Teil) in der Tat aufzuweisen, und es wird daher auch dem Freund der Sternforschung erwünscht sein, einmal darin zu blättern.

Strindberg gilt im allgemeinen als ein krasser Frauenhasser, eine Bezeichnung, gegen die er sich aber sehr energisch wehrt. Während seine dichterischen Leistungen gegenwärtig ein ganz ungewöhnliches Ansehen genießen, werden seine wissenschaftlichen und philosophischen Werke weniger beachtet. Trotzdem hat er sich in fast allen Gebieten des Wissens bewegt. Man findet im Blaubuch Bemerkungen über Theologie und Geologie, Entwicklungsgeschichte und Psychologie, Medizin, Chemie und auch viele über Astronomie. In seinen Worten liegen oft die heftigsten und verletzendsten Angriffe auf diese Wissenschaften. Obwohl er es dem Leser manchmal schwer macht, ihn ernst zu nehmen, wie man aus nachstehendem leicht ersehen wird, werde ich mich selbstverständlich bemühen, seine Worte möglichst objektiv zu beurteilen.

Es ist ein Zeichen der Zeit, über Dinge — besonders astronomische — zu schreiben, über die man sich nur oberflächlich informiert hat, und dann mit Emphase „Irrtümer der Wissenschaft" vor der Laienwelt aufzudecken und sämtliche Gelehrte, die sich mit den

Problemen befaßt haben, als beschränkte Köpfe hinzustellen.

Aus der großen Menge — das Blaubuch hat 448 Seiten Umfang statt der beabsichtigten 365 — soll nur Einiges herausgegriffen werden, was besonders typisch zu sein scheint.

Die Mathematik, das unentbehrlichste Hilfsmittel der Astronomie, bezeichnet er in den „wissenschaftlichen Schurkenstreichen", ohne es irgendwie zu beweisen, als „die unreinste Wissenschaft von allen." Allerdings ist sein Verständnis für sie kein allzu großes, da er in den beiden Gleichungen: $2 \times 2 = 4$ und $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ einen „unbegreiflichen Widerspruch" sieht; er sagt: „Ein Vervielfältigen kann ja keine Verminderung ergeben."

Ohne weiter auf die einen Mangel an elementaren Kenntnissen der Mathematik voraussetzenden Bemerkungen über die berühmten Aufgaben der Quadratur des Kreises und der Dreiteilung des Winkels einzugehen, will ich nur aus „Poesie und Korrespondenzlehre" eine kleine Probe geben: „Finde ich in dem Mikrokosmos, der Weib heißt, alle Linien wieder, mit denen der Kosmos aufgebaut ist: die Kegelschnitte des Lichtes, die Ellipse der Planetenbahn, die Parabel des Kometen in den Hüften; die logarithmische Spirale in der Wade; usw. Wenn man das nicht als eine Persiflage auffassen will, so muß man nun fragen, wie die Schnitte, die die genannten Kurven erzeugen, gelegt werden sollen. Daß eine logarithmische Spirale, aus dem Unendlichen kommend, den Drehpunkt in unendlich vielen Windungen umkreist, scheint ihm unbekannt zu sein. Und das sieht er in einer weiblichen Wade!

Ganz unglaublich klingen auch manche Äußerungen über astronomische Fragen. Er behauptet geradezu („Furcht vor dem Himmel"): „Die Astronomie oder Himmelslehre der Astronomen hat keinen einzigen Fortschritt gemacht, seitdem sie gottlos geworden ist. Sie haben aufgehört, den Himmel zu beobachten."

Zur Bestimmung der Entfernung der Himmelskörper schlägt er z. B. vor, den Abstand zu messen, in dem das scharfe Bild des Objekts hinter der Linse erscheint. Jedem Amateurphotographen ist jedoch aus der „Einstellung auf Unendlich" bekannt, daß die Abweichungen der Entfernungen von der Brennweite bei so großen Distanzen unmeßbar klein sind. Strindberg stellt nun Versuche an und erhält für Sonne und Mond selbstverständlich den gleichen Abstand der Bilder. So kann nur jemand schreiben, der sich über jeden Irrtum unbedingt erhaben glaubt und von stupendem Größenwahn beherrscht ist.

Einen Planeten, der innerhalb der Merkurbahn kreisen sollte, und dessen Nichtexistenz wohl zweifelsfrei erwiesen ist, hat er natürlich auch gesehen: „Ich habe ihn die Sonnenscheibe passieren sehen, ich und viele andere." Die anderen waren allerdings keine Astronomen. An der Hand seiner kabbalistischen Zahlenspielereien mit den Entfernungen der Planeten von der Sonne stellt er sogar für einen neuen hypothetischen Planeten die Entfernung von der Sonne zu 597 529 Millionen Kilometer fest und gibt ihm den Namen „Salvator", um einmal den sichtbaren Himmel der Heiden christlich zu machen." Dieses Ergebnis dürfte ihm den Ruhm eines zweiten Leverrier einbringen.

Bei dem Coppernicanischen Sonnensystem gibt es für ihn „einen furchtbaren Haken", nämlich die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, „die 75mal schneller ist als die einer Kanonenkugel .... Die Astronomen gehen immer um diesen Stein des Anstoßes herum, indem sie von etwas anderem sprechen, nämlich von der Drehung um die Achse. Wir wollen aber einmal den

Fuchs einfangen." Er macht dann beim Gegenbeweis die geistreiche Voraussetzung, daß der Weltraum mit Luft gefüllt sei — — —

Bei den Wahrnehmungen „aus der Ferne" passiert es ihm, daß er die Erde sich in einer der sonstigen entgegengesetzten Richtung drehen läßt, nur um die Gleichzeitigkeit seiner telepathischen Wahrnehmungen mit den Ereignissen zu beweisen.

Die Tatsache, daß infolge des etwa hundertmal größeren Durchmessers der Sonne der Schatten der Erde nur eine begrenzte Länge (1,4 Mill. Kilometer) besitzt, hat er nicht beachtet, wenn er sagt: „In diesem Schattensegment, das sich ja unendlich ausstreckt, steigt jetzt der Mond auf als Vollmond, obwohl er vom Erdschatten verdunkelt werden müßte, den das Auge sieht."

. . . . „Aber hier sagt der Dozent: Credo quia absurdum; unsinnig, weil der Mond sein Licht von der Sonne bekommen soll."

Noch viel geistreicher sind seine Ideen über die Fixsterne: „— Was antworten die Astronomen? — Das ist so dumm, daß ich mich schäme, es zu wiederholen." Er gelangt, da er von der Existenz der Irradiation keine Ahnung hat, zu dem klassischen Resultat: „Also die Sterne sind, nach der Formel $a = F/f$, weder beleuchtete Gegenstände noch Lichtquellen." Er scheint dann im nächsten Absatz sagen zu wollen, daß sie Löcher in der Himmelskugel sind, die von außen erleuchtet werden. — Die Idee ist übrigens nicht neu.

In dem Abschnitt, „Das Geheimnis der Capella", bespricht er eine seiner epochemachenden Entdeckungen. Er hat nämlich gelegentlich einer Durchmusterung des Himmels mit seiner „Lesebrille mit periskopischen Gläsern" (die natürlich zum Nahesehen bestimmt ist!) gefunden, daß Capella, die ihm wie Jupiter erschien, vielleicht ein Planet sei. Bei Sirius dürfen wir von ihm wohl auch noch eine solche Feststellung erwarten. Noch weiter geht seine Bemerkung, die Figur des Orionnebels sei mit Schiaparellis Zeichnungen von Merkur und Mars (vor 1877) identisch — — In einem Nebelfleck sieht er sogar „ganz einfach das Theta der ältesten Griechen" und konstruiert damit einen neuen Beweis für das Dasein Gottes.

Leider kann man auf diese Tollheit nicht einmal Hamlets Wort anwenden, daß sie wenigstens „Methode" habe.

Was hier von vielen Tausenden von Lesern geradezu verschlungen wurde, ist wissenschaftlich heller Unsinn. Der einfachste Versuch hätte Strindberg belehren können, aber sein krankes Hirn verbohrte sich auf den Satz, nach dem er alle seine pseudowissenschaftlichen Theoreme betrachtete: Credo quia absurdum.

Sollte es nicht möglich sein, das im Publikum doch augenscheinlich weit verbreitete Interesse für die im „Blaubuch I" behandelten Fragen auch durch vernünftige Erörterungen zu fesseln?

[1031

Die Messung der Sternstrahlung.

Während bis vor wenigen Jahrzehnten zur objektiven Messung von Sternhelligkeiten nur die photographische Platte zur Verfügung stand, verfügen wir heute über eine größere Zahl von sehr empfindlichen Instrumenten für diesen Zweck. In erster Linie wäre da die Selenzelle zu nennen, welche zunächst, namentlich in den Händen von Stebbins, sehr schöne Ergebnisse gezeitigt hat. In neuerer Zeit ist sie, besonders in Deutschland, durch die

Elster- und Geitelsche Photozelle verdrängt worden. Die hervorragenden Arbeiten von Prof. Guthnick sind unseren Lesern wohl bekannt, und wir werden weiter darüber berichten. Diese Methoden besitzen indessen die Eigenschaft, daß sie selektiv wirken und deshalb nicht die Gesamthelligkeit messen und noch weniger die Gesamtstrahlung. Für viele Untersuchungen, z. B. die δ Cephei-Sterne, ist dies sehr erwünscht. Soll dagegen die Gesamtstrahlung gemessen werden, so treten alle die Instrumente ein, welche auch im Laboratorium zu Strahlungsmessungen verwendet werden, nämlich die Thermosäule, das Bolometer und das Radiomikrometer. Das Letztgenannte beruht auf dem Prinzip der „Lichtmühle" und ist wohl zuerst von Nichols (1901) für astrophysikalische Messungen benutzt worden. Mit Hilfe eines zweifüßigen Reflektors gelang es ihm, die Strahlung von Wega, Arctur, Jupiter und Saturn zu messen und ihr gegenseitiges Verhältnis zu 1 : 2,2 : 4,7 : 0,74 zu bestimmen.

Während das Bolometer bisher zur Erforschung der Sternstrahlung seltener benutzt worden ist, sind Thermoelemente verschiedentlich verwendet worden. Durch weitere Vervollkommnung der thermoelektrischen Einrichtung ist es W. W. Coblentz (Bull. Bureau of Standarts **11**, S. 613, 1915) gelungen, die Empfindlichkeit beträchtlich zu steigern, so daß es möglich war, die Strahlung von Sternen bis zur 7. Größenklasse zu messen. Seine Anordnung ist damit etwa vierhundertmal empfindlicher als die von Nichols. Wie er selbst verschiedentlich hervorhebt, ist dieser bedeutende Fortschritt aber sehr klein gegenüber dem, was zur Messung schwächerer Sterne oder der spektralen Energieverteilung notwendig wäre.

Da festgestellt war, daß die Empfindlichkeit weniger von der Thermokraft der für das Thermoelement benutzten Metallkombination als vielmehr von genügend kleiner Wärmekapazität und Wärmeleitung abhängt, mußten die Abmessungen so klein als irgendmöglich gehalten werden. Seine Thermoelemente bestanden aus winzigen Stückchen dünnen Drahtes von Wismuth gegen eine Legierung von Wismut und 5% Zinn oder gegen Platin. Die Wismutdrähte hatten eine Länge von 2,2 *mm* und einen Durchmesser von 0,067 *mm*, die Platindrähte sogar einen solchen von 0,01 *mm*. Der Widerstand seiner Thermoelemente betrug 4,6 bis 11,8 Ohm. Diese Thermoelemente waren an Platindrähte angelötet und wurden zu zwei oder drei in ein kleines Glasgefäß gesetzt, welches durch ein Fluoritfenster verschlossen war und durch ein angesetztes Glasrohr evakuiert werden konnte. Um das Vakuum auch fern vom Laboratorium ohne Benutzung einer Luftpump aufrecht erhalten zu können — da die Empfindlichkeit in weitgehendem Maße hiervon abhängt —, war an jenes Glasrohr ein Quarzrohr angekittet, welches mit metallischem Kalzium gefüllt war. Erhitzt man dieses auf schwache Rotglut, so absorbiert es alle Gase (mit Ausnahme von Argon), so daß dieses einfache Hilfsmittel das Vakuum allerorten leicht wiederhergestellt werden konnte. Auf die Lötstelle der beiden Thermoelemente wurden kleine flache Scheibchen von 0,3 bis 0,4 *mm* Durchmesser gesetzt, welche mit Lampenruß und Platinmohr geschwärzt wurden und als schwarze Strahlungsempfänger dienten.

Diese Vakuumthermoelemente wurden in eine Metallhülse eingeschlossen, welche mittels zweier Schrauben an den Crossley-Reflektor der Lick-Sternwarte (534 *cm* Brennweite, 92 *cm* Durchmesser) angesetzt werden konnten. Die genaue Fokussierung des Sternbildchens auf den Empfänger wurde mit Hilfe eines totalreflektierenden Prismas und einer Linse von der Seite her beobachtet. Bei

einigen Messungen wurde auch eine Wasserzelle mit Quarzfenstern vor die Thermosäule geschaltet, um die Strahlung unter Ausschluß der ultraroten zu bestimmen.

Der Thermostrom wurde mit einem empfindlichen Panzergalvanometer, welches einen Ausschlag von 1 *mm* bei einem Strome von etwa 10^{-10} Ampere gab, gemessen. Die absolute Empfindlichkeit des Strahlungsmessers wurde mit einer Wallrathkerze geprüft. Diese gab bei einer Entfernung von 3,2 *m* einen Ausschlag von 101 *mm* und hätte somit bei 1 *m* Abstand einen solchen von 1040 *mm* bewirkt; wegen der Reflexion und der Absorption des Fluoritfensters wäre dieser Betrag noch um etwa 10% zu vergrößern. Bei Benutzung des Spiegelteleskopes wird er noch im Verhältnis der wirksamen Spiegelfläche (630 000 *qmm*) zu der Auffangfläche (0,089 *qmm*), als 7400 millionenmal vergrößert, so daß ein Ausschlag von 1 *mm* durch eine Kerze in der Entfernung von etwa hundert Kilometern bewirkt werden würde. Zum Vergleich seien die entsprechenden Werte von Nichols und Pfund angegeben; bei diesen hätte die Entfernung „nur" 9 bzw. 35 *km* betragen dürfen.

Auf eine Wiedergabe des reichhaltigen damit erzielten Beobachtungsmaterials an 112 Himmelskörpern (darunter 105 Sternen, den hellen und dunklen Partien des Jupiter, einigen seiner Monde, den Saturnringen sowie einem planetarischen Nebel) muß hier verzichtet werden, da W. W. Coblentz als Physiker die Feinheiten astronomischer Reduktionsmethoden außer acht lassend mit „Abendfaktoren" arbeitet, deren Unsicherheit eine wirkliche Beurteilung der Leistung der Methode vorläufig illusorisch macht.

Die Untersuchung wurde dann speziell auf Sterne nahe derselben Größenklasse, aber von verschiedener Farbe, beschränkt, wobei sich ergab, daß die Strahlung der gelben Sterne etwa doppelt, die der roten etwa dreimal so groß ist als die gleich heller blauer Sterne. Interessante Ergebnisse über die Energieverteilung in den Spektren einzelner Sterne lieferten die Strahlungsmessungen unter Zwischenschaltung des Wasserfilters. Die blauen Sterne (der Klassen B und A) weisen die geringste ultrarote Strahlung auf (wie nach den Strahlungsgesetzen auch leicht verständlich), da bei ihnen noch etwa 60 bis 70% der Gesamtstrahlung durch die Wasserzelle hindurchgehen, während dieser Betrag bei den roten Sternen (Klasse M) nur 25% ausmacht. Die Durchlässigkeiten, welche für die von den Planeten reflektierten Sonnenstrahlen erhalten wurden, stimmen sehr nahe mit ihren Albedines überein.

Absolute Messungen der Strahlung lassen sich auch mit dieser Methode leider nicht erzielen, da die Durchlässigkeit der Atmosphäre für die verschiedenen Klassen von Sternen so sehr verschieden ist. So absorbierte z. B. die Atmosphäre in einer Nacht 18% mehr von der Strahlung eines blauen Sternes (α Lyrae) und 49% mehr von der eines roten Sternes (α Herculis) als in der folgenden, die sich durch einen außerordentlich geringen Feuchtigkeitsgehalt auszeichnete.

Immerhin läßt sich aus den Beobachtungen ein wenn auch roher Wert der gesamten Sternstrahlung ableiten. Das Galvanometer gibt nach den oben mitgeteilten Eichungen einen Ausschlag von 1 *mm*, wenn eine Strahlung von $17{,}4 \cdot 10^{-7}$ *g* Cal/min auf den Empfänger fällt. Bei Benutzung des Spiegelteleskopes vergrößert sich die Empfindlichkeit um den oben angegebenen Betrag, so daß dann 1 *mm* Ausschlag einer Strahlung von $25 \cdot 10^{-17}$ *g* Cal/min entspricht, woraus sich für das *qcm* eine Strahlung von $28 \cdot 10^{-17}$ *g* Cal/min berechnet. Bei Benutzung des bei der Messung der Sternstrahlungen am mei-

sten verwendeten Thermoelementes ändert sich diese Zahl auf $34 \cdot 10^{-17}$ g Cal/min. Wenn die gesamte Strahlung ohne Verlust durch Leitung und Wiederausstrahlung angesammelt werden könnte, so würde es demnach sechs Millionen Jahre dauern, ehe 1 g Wasser um 1° erwärmt werden würde.

Zum Vergleich sei angeführt, daß die Sonnenstrahlung, welche durch die Atmosphäre die Erde wirklich erreicht, etwa 1 g Cal/*qcm* · min beträgt und die beim Wasser angegebene Erwärmung somit in einer Minute hervorbringen würde. Da die Strahlung des Polarsternes einen Ausschlag von 6 *mm* erzeugt, so beträgt seine Strahlungskonstante $2 \cdot 10^{-12}$ g Cal/*qcm* · min. Er müßte also eine Million Jahre strahlen, um unter den angegebenen Voraussetzungen eine Gramm-Kalorie zu erzeugen. Auf Grund dieser Zahlen kann man die Gesamtstrahlung aller Sterne zu 1 bis $2 \cdot 10^{-6}$ g Cal/*qcm* · min schätzen, so daß sie erst in 100 bis 200 Jahren 1 g Wasser um 1° erwärmen würden, eine Leistung, welche, wie gesagt, die Sonnenstrahlung in einer Minute bewirkt. Die Sternstrahlung ist somit auf den Wärmehaushalt der Erde ohne jedweden Einfluß. [1007

Argelanders Verfahren der Stufenschätzung von Sternhelligkeiten.

H. Osthoff macht in A. N. 205, 1 bis 24, in einer hochinteressanten Abhandlung eine Reihe von Bemerkungen über die Argelander'sche Methode, die für den Teil unserer Leser, der auf dem Gebiete der Erforschung der veränderlichen Sterne tätig ist, von großem Werte sind. Wir geben nachstehend das Wichtigste daraus wieder:

„Die zahlreichen Widersprüche zwischen den mit dem Auge angestellten Helligkeitsbeobachtungen der Fixsterne und photometrischen (photographischen und photoelektrischen) sollen aufgeklärt und weitere Fehlerquellen ausfindig gemacht werden, um das Sehverfahren zu derjenigen Höhe der Vollkommenheit zu heben, die ihm vor allen gebührt. Dazu sollen die folgenden Ausführungen einen kleinen Beitrag liefern, und zwar soll hauptsächlich die Mitwirkung der Farben bei den Helligkeitsschätzungen der Fixsterne besprochen werden.

Unter den zur Beobachtung der Sternhelligkeiten dienenden Verfahren bleiben nach wie vor die der Gleichsetzung zweier Lichter die zuverlässigsten, und unter ihnen wieder steht als einfachste Methode die der Argelanderschen Stufenschätzungen obenan, die auch mit unbewaffnetem Auge viel zu leisten vermag.

Ich habe mich beim Schätzen streng an Argelanders Festsetzung der vier Stufen gehalten. Beim Fehlen jedes Anhaltes ist es nur schwer möglich, einen größeren Lichtunterschied in Stufen (oder Zehntelgrößen) anzugeben. Da können sechs ebenso groß wie sieben oder mehr erscheinen. Beschränkt man sich aber auf die geringsten Lichtunterschiede und sind die Farben nicht zu sehr verschieden, so ist das Helligkeitsschätzen eine ebenso leichte und einfache Sache wie das Farbenschätzen.

Ein großes Hilfsmittel bei allen Helligkeitsschätzungen bilden gleichzeitige Farbenschätzungen, weil Licht- und Farbensinn zugleich während der Beobachtung tätig sind und sich gegenseitig beeinflussen. Wie sich weiterhin finden wird, ist es geboten, anzugeben, ob und wie beim Beobachten der Helligkeiten die Farben erkennbar waren. Das in Aufnahme gekommene Schätzen der Färbung der Veränderlichen genügt nicht, es hat außer einem statistischen Wert keinen Nutzen. Daß die bloße

Kenntnis der Sternfarben heute durch die Aktinometrien vermittelt werden kann, berührt den Wert der mit dem Auge ausgeführten Farbenschätzungen in keiner Weise.

Alle im folgenden vorkommenden Farbenangaben sind in meiner Skala ausgedrückt, in der 0^c = Weiß, 4^c = Gelb, 7^c = Orange ist.

Bei allen Beobachtungen am Sternhimmel ist unbedingter Ausschluß jedes störenden Seitenlichtes geboten. Am Fernrohr dient mir dazu ein schwarzes Tuch, mit dem ich den Kopf und das Okularende einhülle. Bei Beobachtungen mit bloßem Auge verwende ich zu dem Zwecke zwei innen geschwärzte Sehrohre aus Pappe, eins von 13 *cm* Durchmesser für einander fern- und eins von 6 *cm* für einander näherstehende Sterne.

Ferner dürfen die Beobachtungen nicht zu oft durch Hantierungen in zu hellem künstlichen Licht, etwa zum Niederschreiben der Beobachtungen, unterbrochen werden. Die Dunkelanpassung des Auges geht verloren und muß wieder hergestellt werden, was Zeit kostet. Wiederholen sich solche Unterbrechungen zu oft, so erlangt das Auge niemals die volle Empfindlichkeit, die unbedingt nötig ist.

Daß im allgemeinen der Lichtunterschied zweier Sterne größer erscheint, sobald ein dritter zwischen ihnen mitgeschätzt wird, zeigen meine Beobachtungen ebenso, wie es schon von anderen bekannt war. Am stärksten wird das eintreten, wenn ein Farbengegensatz mitwirkt.

Was die Extinktion betrifft, so müßte sie eigentlich jeder Beobachter für seinen Beobachtungsort selbständig ermitteln. Hier in der großen Stadt (Cöln) ist sie sehr ungleich wegen der mit dem Azimut stark wechselnden Durchsichtigkeit und Helle der Luft. Am Osthimmel, über der inneren Stadt und dem Rhein, finde ich die Sterne stets viel lichtschwächer und in geringen Höhen viel früher schwindend als in entgegengesetzter Richtung über mehr freies Feld hinweg. Jener Vorschlag ist ja schon verschiedentlich gemacht worden[1]). Aber das ist es nicht allein, was nottut, sondern es muß vor allen Dingen eine Extinktionstafel hergestellt werden, die den mit den kleinsten Handinstrumenten ausgeführten Helligkeitsschätzungen entspricht. Je lichtschwächer das Instrument, desto eher hört in ihm bei zunehmender Zenitdistanz (überhaupt bei gleicher Lichtdämpfung) die Erkennbarkeit der Farben auf, desto größer wird zufolge des Purkinje'schen Phänomens der Lichtunterschied zwischen W (Weiß) und R (Rot) zum Nachteil von R.

Nur ein Beispiel — das aber allgemein gültig ist —, um zu zeigen, wie der Lichtunterschied von der absoluten Helligkeit und der Farbe abhängt. In rund 10° scheinbarer Höhe am Osthimmel sehe ich hier mit bloßem Auge α Tauri (6.4^c) nur um wenige Stufen β Tauri (1.1^c) übertreffen (oft $\alpha = \beta$). Zugleich sind ihre Farben unkenntlich. Mit zunehmender Erhebung der Sterne werden sie heller, und die Stufenzahl nimmt langsam zu, bis gegen Ende der dreißiger Höhengrade auch die Farbenschwelle erreicht wird. Zur selben Zeit aber, stets wenn mit bloßem Auge roh $\alpha = \beta$ ist, zeigt ein altes Opernglas schon die Farben sowie $\alpha >> \beta$. Natürlich werden sich diese Lichtverhältnisse an einem Orte in besserer Lage anders erweisen.

Das Purkinjesche Phänomen ist überhaupt von größter Bedeutung für die Beobachtung von Sternhelligkeiten. Die Verschiedenheit der Sehschärfe (oder der angewandten optischen Kraft) wirkt ungleich auf die verschiedenen Farben und dadurch auf die Helligkeiten. Das gilt nicht nur für Fernrohre, sondern auch für die kleinsten Mittel, sogar schon für den Unterschied zwischen bloßem Auge und Opernglas. Es macht sich bereits merklich, sobald ein Paar

[1]) Siehe auch Sirius, 1918, S 82 u 199.

gleich heller Sterne einen nur geringfügigen Farbenunterschied aufweist.

Die roten Strahlen wirken ferner nicht nur bei Sternen oberhalb der Farbenreizschwelle, sondern auch dann auf das Auge ein, wenn sie gar nicht als solche erkennbar sind. Dergleichen Sterne können für das bloße Auge um eine volle Größenklasse schwächer erscheinen, als sie in einem Photometerkataloge angegeben sind. Ein Fall dieser Art liegt in 19 Piscium (8.4^{c}) vor[1]), der einst ohne Grund für veränderlich erklärt war. Argelander und Heis nennen ihn 6^{M}, im PGK (Potsdam) ist er 5.12^{M}, in der HPR (Harvard) 5.30^{M}. Bei diesem Stern macht sich schon ein Lichtunterschied zwischen den Schätzungen mit dem lichthellen Voigtländer „Theaterglas" (V.) und dem dunklen[2]) G. (Trieder von Görz mit 6 facher Vergr.) merklich, trotzdem in beiden die Farbe unkenntlich ist.

Von den Vermittlern der Nervenerregung in der Netzhaut, den Zapfen und Stäbchen, sind die Stäbchen die Träger des Lichtsinnes, sie gestatten die Unterscheidung zwischen Hell und Dunkel. Je weiter nach dem Außenrande der Netzhaut zu, desto mehr nimmt die Zahl der Zapfen ab, und die Stäbchen herrschen vor. Die Stäbchen sind rotblind, daher schwinden die Farben der rötlichen Sterne, je mehr sie seitlich gesehen werden. Der Rand der Netzhaut ist völlig farbenblind[3]).

Bei allen Helligkeitsbeobachtungen am Sternhimmel kommt es nun darauf an, ob man mit den farbenempfindlichen Zapfen oder mit den farbenblinden Stäbchen beobachtet, oder, was so ziemlich dasselbe ist, ob man die Sterne mit dem Mittelpunkt des Auges oder seitlich ansieht, kurz: ob man die Farben erkennt oder nicht.

Es ist eine alte Erfahrung, daß die Farbe eines Lichtes um so tiefer oder gesättigter erscheint, je lichtschwächer dieses wird. Schon unser Sprachgebrauch drückt den Zusammenhang aus, indem er wenig gesättigte Farben durch „hell" bezeichnet, durch das Wort, das zugleich für größere Lichtmenge gebraucht wird, wie hellblau, hellgelb.

Meine jahrelang fortgesetzten Untersuchungen behufs Ermittlung der Größe der Farbenzunahme mit abnehmender Helligkeit eines Fixsternes haben zur Gewißheit geführt, daß diese Größe veränderlich ist. Auf die Art dieser Veränderlichkeit sowie auf weitere Einzelheiten braucht hier nicht näher eingegangen zu werden. Im Durchschnitt wird man bei den Sternen, deren Farbe klar erkennbar ist, eine Farbenvertiefung von etwa $^{1}/_{2}{}^{c}$ bei Abnahme der Helligkeit um 1^{M} erwarten können.

Die Hauptschwierigkeit, die sich für gesunde Augen beim Helligkeitsvergleich bietet, kann nur entstehen, wenn die Sterne verschieden gefärbt sind und ihre Farbe deutlich erkennen lassen. Man hat es dann mit zwei Größen zugleich zu tun, die gegenseitig voneinander abhängig sind.

Aus diesen Gründen ist die Vorschrift, jeden der zu vergleichenden Sterne solange zu fixieren, bis man sich ein Urteil über seine Helligkeit gebildet hat, und dann dieses Erinnerungsbild mit dem gegenwärtigen Lichteindruck des folgenden Sternes zu vergleichen, nicht empfehlenswert, sobald beide Sterne erkennbar verschieden gefärbt sind. In diesem Falle ist das

---

[1]) Wir empfehlen dem Leser, diesen in der Tat sehr merkwürdigen Stern am Himmel nachzusehen. Schriftl.

[2]) „Dunkel" bedeutet den dunklen Himmelsgrund infolge der stärkeren Vergrößerung. Die optischen Vorzüge dieses Glases „schwache Lichtpunkte", „tief gesättigte, starke Farben" machen das Beobachten damit nach Osthoffs Ansicht für Veränderliche weniger bequem als mit optisch weniger guten Gläsern (z. B. Operngläsern.) Schriftl.

[3]) Unsere Leser sind hierüber durch die Abhandlung des Herrn Geheimrat Lummer bereits eingehend unterrichtet. Schriftl.

ohnehin schwierige Festhalten des Eindruckes in der Erinnerung eine noch mehr erschwerte Aufgabe.

Man hat geglaubt, durch extrafokale Beobachtung, durch Verstellen etwa des Opernglases, bis die Sterne als kleine Scheibchen sich zeigen, die Lichtvergleichung erleichtern zu können. Der Rat, die Helligkeitsvergleichung extrafokal auszuführen, ist nicht gut. Allerdings hat das Verfahren den Vorteil, daß dadurch die erschwerende Wirkung der sichtbaren Sternfarben fortfallen kann. Aber es ändert sich alsdann das Lichtverhältnis der Sterne. Bei unscharfer Einstellung büßt der rote Stern seine Farbe ein, wird aber zugleich lichtschwächer. Mir sind bei Versuchen dieser Art Fälle vorgekommen, in denen der Wechsel beider Beobachtungsweisen einen Helligkeitsunterschied von $^1/_2{}^M$ bis 1^M ergab.

Es gibt nur ein Mittel, störend ungleicher Farbenempfindung auszuweichen, indem man nämlich ein der Helligkeit der Sterne entsprechend schwaches Instrument anwendet, in welchem die Farbe nicht hervortritt[1]).

Die Sterne mit ganz exzentrischen Netzhautstellen zu beobachten, auf denen die Farben nicht mehr empfunden werden, ist ein gar zu schwer ausführbares (überaus anstrengendes!) Verfahren. Man kann sich aber die Vergleiche zwischen Weiß und Rot dadurch erleichtern, daß man die Vorschrift, jeden Stern solange zu fixieren, bis man sich seine Helligkeit eingeprägt hat, außer acht läßt und sie ersetzt durch oft wiederholtes schnelles Hin- und Hergehen, ohne jeden länger anzusehen, als unbedingt nötig ist. Dann tritt Rot nicht störend hervor, die Vergleichung mit Weiß wird erleichtert, und doch bringt die rote Farbe in den Ergebnissen ihre physiologischen Eigentümlichkeiten zum Ausdruck. Bei zu großer Entfernung beider Sterne voneinander ist dieser schnelle Wechsel natürlich nicht ausführbar, aber in solchem Falle sind Vergleiche überhaupt nicht ratsam.

Nach anfänglicher Unsicherheit wird sich wohl mit der Zeit bei jedem Beobachter eine gewohnheitsmäßige Auffassung des Helligkeitseindruckes eines roten Sternes beim Vergleiche mit Weiß einstellen, aber sie braucht nicht die richtige zu sein. Infolgedessen vermag ein Beobachter sehr gut unter sich stimmende Beobachtungsreihen zu liefern, die trotzdem völlig verfehlt sein können. Diese mit der Zeit herausgebildete Art der Auffassung kann auch wechseln.

Von höchster Bedeutung ist es nun für die Stufenschätzungen, wenn sich die zu vergleichenden Sterne (gelbe und besonders rötliche) nahe der Farbenschwelle befinden. Faßt man einen Stern dieses Helligkeitsgrades einige Zeit fest ins Auge, so ereignet es sich in der Regel, daß ganz allmählich die Farbe zum Vorschein kommt. Sie wird gewissermaßen aus dem Dunkel herausgeholt und kann so klar werden, daß sie sich in den Stufen der Skala angeben läßt. Gleichzeitig damit aber wächst die Helligkeit des roten Sternes. Der Lichtzuwachs kann $^1/_2$ Größenklasse und mehr betragen und das Lichtverhältnis zweier Sterne gänzlich ändern. Vermutlich hängt die Größe dieser Zunahme vom Grade der Deutlichkeit, d. h. der Sättigung ab, mit der die Farbe von dem angewandten Instrument dargestellt wird. Die Leichtigkeit des Eintrittes ändert sich natürlich auch mit allen Einflüssen, die die Farbenschwelle verschieben. Wer auf die Erscheinung aufmerksam geworden ist, vermag also das Hellerwerden der an der Farbenschwelle befindlichen roten Sterne nach Belieben hervorzurufen. Ein Beobachter kann in seine Helligkeits-

[1]) Hier entsteht eine interessante Aufgabe für die praktische Optik. Schriftl.

schätzungen große Unstimmigkeiten hineinbringen, wenn er einen solchen Stern das eine Mal lange, das andere Mal nur flüchtig ansieht.

Welcher von beiden Eindrücken ist nun der richtige, der ohne Farbe mit geringerer Helligkeit des roten Sternes oder der andere mit deutlicher Farbe und größerer Helligkeit? Da jede der beiden Sehweisen als richtig zu gelten hat, so bleibt nichts anderes übrig, als die Ergebnisse beider getrennt nebeneinander gelten zu lassen und stets anzugeben, ob und wie die Farbe kenntlich war.

Der Farbengegensatz kann je nach den Umständen einen Stern schwächer oder heller erscheinen lassen. Es treten hier Verwicklungen auf, die von der Dauer der gegenseitigen Einwirkung, von der Größe des Farbenunterschiedes der Sterne und vom Grade der Erkennbarkeit der Farben überhaupt abhängen.

Hat man sich anhaltend ausschließlich mit Algolsternen beschäftigt und geht danach auf einen roten Veränderlichen über, so wird dessen Licht (Farbe wie Helligkeit) infolge Nachwirkung des weißen etwas vertieft erscheinen. Diese Nachwirkung längere Zeit vorhergegangener gleichsinniger Reize auf die Netzhaut tritt gerade bei den schnell zu handhabenden kleinen Instrumenten, wie Operngläsern u. dgl., leicht ein. Ich glaube bemerkt zu haben, daß die folgenden Helligkeitsschätzungen schon beeinflußt wurden, wenn ich vorher nur einmal einen der hellen Planeten mit bloßem Auge angesehen hatte. Darum ist der Rat, zur Erholung vom Beobachten das Auge unstet umherschweifen zu lassen, nicht gut.

Vorweg ist zu bemerken, daß meine Helligkeitsschätzungen keine Änderung der Lichtgleichung während des Verlaufes der Dunkelanpassung aufweisen, sobald es sich um Sterne handelt, die wegen Lichtschwäche niemals ihre Farbe erkennen lassen. Anders aber liegt die Sache, sobald man die Farben zu unterscheiden vermag. Es stellte sich dabei sofort heraus, daß eine allgemein gültige Kurve, ähnlich meiner für Farben abgeleiteten, sich für Helligkeitsunterschiede nicht herstellen läßt. Es ist klar, daß die verschiedensten Umstände den einfachen Verlauf des in Rede stehenden Vorganges stören werden.

Will man den Einfluß der Dunkelanpassung des Auges überhaupt vermeiden, so gilt die Regel: Wer Farben beobachten will, beschäftige sich während der ersten halben bis dreiviertel Stunde nicht mit Sternen, in deren Licht Rot vorkommt. Helligkeitsschätzungen führe man bis dahin nur an solchen Sternen aus, deren Farbe wegen Lichtschwäche dauernd weit unterhalb der Schwelle der Erkennbarkeit für das betreffende Instrument liegt.

Ein für die Zeit nach Ende der Anpassung geltender Stufenwert könnte als „wahre Stufenzahl" bezeichnet werden.

Über den Einfluß des Mondes auf das Licht der Fixsterne sind die Ansichten der Beobachter geteilt. Viele von ihnen bezeichnen den Mondschein als eine „Störung" und drücken diese in einer Skala aus, wobei es oft unklar bleibt, was sie damit meinen, ob Größe der Mondphase, ob Erhellung des Himmelsgrundes oder des Beobachtungsraumes oder erschwerte Beobachtung infolge Schwächung der Sterne. Die Folgen zu heller Beleuchtung des Beobachtungsraumes sind schon vorhin erwähnt. Scheidet man diesen Fall aus, so bleibt hier nur die Einwirkung des erhellten Himmelsgrundes auf die Sternhelligkeiten zu erörtern. Es ist üblich, allen ziffernmäßigen Ermittlungen eines etwaigen Mondeinflusses die Größe der

Mondphase zugrunde zulegen. Aber das ist nicht richtig, es kommt weniger auf die Größe der Mondsichel an als vielmehr darauf, ob der Mond den Himmelsgrund gerade dort erhellt, wo man Helligkeitsvergleichungen ausführt. Steht der Vollmond tief am Himmel, so kann man ihm gegenüber noch beobachten, ohne seine Anwesenheit so stark zu empfinden, wie wenn man in der Nähe einer nur schmalen Sichel Beobachtungen ausführt. Daraus folgt eine verhältnismäßig geringste oder seltenste Wirkung des Mondscheines auf die Zirkumpolarsterne. Tatsächlich läßt sich z. B. in meinen Vergleichen zwischen γ und α Cassiopeiae kein Einfluß des Mondes nachweisen (wozu jedoch bemerkt werden muß, daß ich nicht bei Vollmond zu beobachten pflege).

Aus meinen Beobachtungen der Sternfarben hat sich ein sehr deutlicher Einfluß des Mondscheines ergeben, weil ich bei den Farbenschätzungen stets notierte, wann das Gesichtsfeld des Fernrohres erhellt war. Auf Grund dieser Angaben konnte dann später der Mondeinfluß durch einfache Gegenüberstellung ziffernmäßig festgestellt werden. Die Mondphasen selbst blieben dabei unberücksichtigt. Dieser Einfluß besteht darin, die Intensität der Farben zu vermindern.

Bisher handelte es sich um sogenannte gefärbte Sterne. Wie der Mondschein auf die Lichtgleichung weißer Sterne wirken kann, wenn diese wegen großer Entfernung voneinander auf ungleich erhelltem Grunde stehen, zeigt folgendes Beispiel: Bei dunklem Himmel ist im Opernglas α Andromedae $> \gamma$ Cassiopeiae. Erhellt aber der Mond die Andromeda, so kehrt sich das Verhältnis um in γ Cassiopeiae $>> \alpha$ Andromedae.

Der Rat ist schon erteilt, die Erhellung des Himmelsgrundes dadurch unwirksam zu machen, daß man zu den Sternvergleichungen bei Mondschein ein anderes Instrument mit dunklerem Felde[1]) als sonst anwendet. Das hat aber seine Nachteile. Außerdem wird der Zweck doch nur teilweise erfüllt. Ich habe bei hellem Mondschein sogar das tiefdunkle Gesichtsfeld des Görzglases erhellt gesehen.

Verwandt mit dem Einfluß des Mondscheines ist der der Dämmerung. Ich erinnere an meinen Bericht über den starken Farbenwechsel, den der Mond sowie künstliche Lichter während des Verlaufes der bürgerlichen Dämmerung durchmachen. Dementsprechend ist auch ein Helligkeitswechsel zu erwarten, mit dessen Ermittlung jedoch keine Zeit vergeudet wurde. Meine Beobachtungen begannen immer erst mit dem Ende der astronomischen Dämmerung. Bis dahin können Farben — wie Helligkeitsschätzungen mehr oder weniger gefälscht werden. Außer anderem leiden alle Beobachtungen an den Folgen der mangelnden Dunkelanpassung des Auges.

Eine andere Ursache, die das Sternlicht schwächt, liegt in trüber Luft. Bei jeder Lichtschwächung, die ganze Strecken des Himmels gleichmäßig trifft, werden nach dem Purkinjeschen Phänomen die roten Sterne mehr geschwächt als die weißen. Dem wirkt bei Mondschein der erhellte Himmelsgrund entgegen. Aber bei dicker Luft ist nur die eine Wirkung vorhanden.

Die üblen Folgen der gleichzeitigen oder gemeinsamen Vergleiche zweier Sterne haben ihren Grund in der ungleichen Empfindlichkeit der verschiedenen Netzhautstrecken für Lichteindrücke.

Aus der zu großen Nähe der Sterne zueinander erklärt sich auch die große Rolle,

[1]) Eine bzw. verschiedene Blenden vor dem Objektiv oder Änderung der Vergrößerung würden der Forderung auch schon genügen. Schriftl.

die der Positionswinkel in den Messungen mit dem Zöllnerschen Photometer spielt. Aber hier kann man ihn bekanntlich ausmerzen, indem man die Messungen in allen vier Quadranten ausführt.

Aus demselben Grunde sind Vergleiche der Plejadensterne untereinander mit einem kleinen Handinstrument nur mit ganz unsicherem Erfolg auszuführen. Das gilt auch von den Schätzungen kleiner roter Sterne, die helle begleiten, wie T Cygni bei ε oder 34 Bootis bei ε u. a. Hier beeinflußt der helle Nachbar unter allen Umständen das Fixieren des kleinen roten Sternes, und zwar durchaus nicht immer gleichmäßig in derselben Richtung.

Wie bei der Beobachtung der Sternfarben übertreffen auch bei der der Helligkeiten die physiologischen Fehlerquellen alle anderen an Zahl und Stärke. Die Frage, ob durch Berücksichtigung der Farbe alle Unstimmigkeiten der Lichtvergleichungen restlos gehoben werden können, ist trotzdem bestimmt zu verneinen. Unter anderen muß die Frage der Autosuggestion berührt werden. Die gelegentliche Beeinflussung der Beobachter läßt sich nachweisen vom Begründer unserer deutschen Stufenschätzungsmethode an bis auf die Jetztzeit. Wenn es sich nicht um Messungen, sondern um Schätzungen handelt, ist sie nicht zu vermeiden, wenn auch niemand daran denkt, daß er ihr unterliegen könnte. Man kann ganz allgemein den Satz aussprechen: Bei allen später als nicht veränderlich erkannten Sternen hat es fast immer einzelne Beobachter gegeben, die sofort nach der Entdeckung nicht nur den fälschlich behaupteten Lichtwechsel an sich, sondern sogar dessen angebliche Eigentümlichkeiten zu bestätigen vermochten. Daß Selbsttäuschung den Beobachtern sogenannter „farbenwechselnder" Sterne fleißig geholfen hat, ist ganz sicher. Bei Farben kann sie auch viel leichter eintreten, weil die Farben unmittelbare Sinneseindrücke hervorrufen. Da aber Helligkeiten nur auf Umwegen, durch Vermittlung von Vergleichsternen, erlangt werden können, so wäre die Meinung berechtigt, die Vergleichsterne würden dem Urteil gewissermaßen als Stütze dienen. Dem ist nicht so. Es bleibt nichts übrig als die Annahme, daß die gegenseitigen Beziehungen zwischen einfachen Lichteindrücken in gleicher Weise seelisch beeinflußt werden können wie die unmittelbaren Farbeneindrücke.

Oft wird allerdings das Schwanken in den Beobachtungen einfach auf Mangel an Vorsicht zurückzuführen sein. Man könnte darüber urteilen, wenn die Beobachter sich eingehender darüber äußern wollten, unter welchen Umständen sowie in welcher Stimmung des Auges sie ihre Aufgabe erledigt haben. Bei der Mitteilung der Beobachtungen wird uns in Zukunft nicht nur das Was, sondern auch das Wie fesseln."

Bahnbestimmung des Doppelsterns ξ Ursae majoris.

Dieser Doppelstern ist zurzeit selbst an kleinen Fernrohren ein leichtes Objekt, denn erst Ende 1914 hatten dessen Komponenten ihren größten Abstand mit 3.07″ erreicht. Aber bereits Anfang 1925 wird sich bei einem Positionswinkel von genau 90° die Distanz auf 2.35″ verringert haben und schon Ende 1932 wird das Distanzminimum mit 0.89″ stattfinden.

Seit der letzten Bahnbestimmung durch Nörlund sind bereits 13 Jahre und seit derjenigen von See 24 Jahre verflossen, so daß eine Neuberechnung unter Hinzuziehung der wegen der Kriegsereignisse leider nicht allzu zahl-

reich vorliegenden Messungen der letzten Jahre immerhin lohnenswert erschien, wenngleich von vornherein größere Abweichungen von den bisher vorliegenden Bahnelementen nicht erwartet werden konnten.

Die große Eigenbewegung dieses Systems im Raum, in Verbindung mit der großen Helligkeit der Komponenten, schreibt See, berechtigt zu der Annahme, daß es der Erde verhältnismäßig nahe ist. — Das zur Bahnberechnung verwendete Beobachtungsmaterial erstreckt sich auf die Zeit von 1802 bis 1915 und enthält die sämtlichen in den Astron. Nachr. über diesen interessanten Doppelstern veröffentlichen Messungen. Es sind deren im Ganzen 417. Eine Positionswinkel-Messung von W. Herschel aus dem J. 1781,97 wurde nicht mehr mit einbezogen. Die Distanzen, sowie die Positionswinkel wurden zu 97 Jahresmitteln vereinigt und je für sich graphisch ausgeglichen. Das erste Bahnelement, nämlich die Umlaufszeit U, ergab sich infolge des Umstandes, daß dieser Doppelstern seit den ersten vorliegenden Messungen bereits mehr als einen Umlauf vollendet hat, direkt aus der Positionswinkelkurve mit großer Schärfe, indem für die Positionswinkel von 120° bis 270°, woselbst die Kurve doppelt existiert, die Umlaufszeit der Zeichnung direkt entnommen werden konnte. Sie ergab sich im Mittel zu 59.752a. Als Ergebnis der graphischen Ausgleichung wurden der Zeichnung für die Zeit von 1830,0 bis 1910,0 17 Normalörter entnommen, die in Zeitintervallen von 5 Jahren von 1830.0 usw. fortschreiten. Diese wurden im Maßstab $1'' = 60$ *mm* aufgetragen und zugleich auf Pauspapier eine Ellipse mit passenden Abmessungen vorgezeichnet, auf die Zeichnung aufgelegt und solange gedreht, bis sie sich namentlich an den Stellen der Bahn, für welche die meisten und besten Beobachtungen vorliegen, am besten anschmiegte.

Aus der Projektionsellipse wurden dann durch Formeln, die seinerzeit W. Rabe (Breslau) in Nr. 3547 der Astron. Nachr. veröffentlicht hat, sehr rasch die nachstehenden Bahnelemente gefunden:

$$T = 1875.127;\ U = 59.752^a;\ e = 0.3835;$$
$$d = 2.5845'';\ i = \pm 57.4°;\ \Omega = 100.8°;$$
$$\omega = 123.5°.$$

Eine mit diesen Elementen für die einzelnen Epochen der Normalörter berechnete Ephemeride ließ jedoch ersehen, daß an einzelnen Stellen der Bahn zwischen Rechnung und Beobachtung noch Widersprüche übrig bleiben, deren Behebung durch eine etwas andere Wahl der Projektionsellipse unbedingt angezeigt erschien. Vor allem hat sich die Beseitigung der Widersprüche auf die Positionswinkel zu erstrecken, die bekanntlich am Fernrohr relativ viel sicherer gemessen werden können wie die überaus kleinen Distanzen. Zu diesem Zwecke wurden mehrere in der Nähe des Periastrons gelegenen Distanzen mit Hilfe der aus dem Flächensatz resultierenden Gleichung $\varrho^2 \cdot dp =$ const. berechnet und dabei ersehen, an welchen Stellen der bisherigen Projektionsellipse noch eine Korrektur anzubringen war. Zu dieser neuen (definitiven) Projektionsellipse wurden in derselben Weise wie oben die nunmehr endgültigen Bahnelemente berechnet und erhalten wie folgt:

$$T = 1875.203;\ U = 59.752^a;$$
$$e = 0.39735;\ d = 2.5312'';\ i = \pm 56.0°;$$
$$\Omega = 100.3°;\ \omega = 126.3°.$$

Die mit diesen Elementen neuerdings berechnete Ephemeride ergab in der Tat vor allem in den Positionswinkeln ein weitaus besseres Anpassen der Rechnung an die Beobachtung und die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler war hier gegen vorhin viermal kleiner geworden. Eine Herabminderung aller übrig bleibenden Wider-

sprüche auf ein Minimum kann nur durch die methodische Ausgleichung erzielt werden, die jedoch eine sehr große Rechenarbeit erfordert.

Vielleicht ist es aber auch durch die vorliegende Arbeit gelungen, diesem Ziele möglichst nahe zu kommen.

1081] Tauber.

Spektren der Wolf-Rayet-Sterne.

Ausgedehnte Beobachtungen, welche M. Wolf (Heid. Akad. Math. Naturw. Kl. 1915, 14. Abhdlg.) auf der Königstuhl-Warte über die Spektren der Wolf-Rayet-Sterne angestellt hat, haben trotz der verhältnismäßig bescheidenen Mittel, mit welchen sie durchgeführt wurden, einige interessante Ergebnisse gezeitigt. Die 16 untersuchten Sterne ließen sich danach mit einer Ausnahme in zwei Gruppen einordnen. Ganz isoliert bezüglich seines spektralen Verhaltens steht nur der Stern B. D. 30° 3639 durch seine scharfen Emissionslinien, die in ihrer Intensität und in ihrer Verschiebung gegen die Maxima der entsprechenden Bänder der übrigen Wolf-Rayet-Sterne wesentlich abweichen. Auch mit den planetarischen Nebeln hat er keinen Zusammenhang, da in seinem Spektrum die wichtigsten Nebellinien fehlen.

Von den übrigen untersuchten fünfzehn Sternen kann man neun spektral zu einem 468-Typ und die sechs anderen zu einem 465-Typ zusammenfassen. Durch diese Benennung ist schon der auffallendste Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen charakterisiert. Während nämlich bei der ersten Klasse das vorherrschende Maximum bei 468 μ liegt, rückt es bei der zweiten auf 465 μ, wo der erste Typ sogar ein hervortretendes Minimum zeigt. Bei diesen beobachtet man auch allein die ultraviolette Emission um 348.4, während die in dem 465-Typ eigentümlichen Bänder um 445 bis 443 fehlen. Einzelne Sterne der ersten Gruppe bilden dabei einen Übergang zu der zweiten. Im allgemeinen sind also nur wenige Bänder beiden streng gemeinsam; eine Ausnahme bilden möglicherweise das Band 469, das um 454 und die Absorptionsstreifen des Wasserstoffes. Dagegen finden sich zahlreiche Einzellinien bei allen Sternen, so besonders die von Nicholson theoretisch geforderten Linien.

Bei allen findet man auch die erste und zweite Nebenserie des Wasserstoffes, meist in Umkehrung. Da die Hauptwasserstofflinien der ersten Nebenserie, besonders gegen die kürzeren Wellenlängen hin, bei den einzelnen Sternen als kräftige Absorptionslinien auftreten, so ähnelt bei diesen der violette Teil des Spektrums demjenigen eines Sterns der A- oder F-Klasse. Man könnte daraus vielleicht schließen, daß die Spektren durch Übereinanderlagerung der von zwei leuchtenden Himmelskörpern emittierten entstanden sind.

Besonders auffallend werden die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, wenn man die Intensitätsverteilung betrachtet, welche am Okular des Mikrometers gezeichnet ist. Man erkennt dann sofort, daß allen Spektren das Minimum bei 457 μ gemeinsam ist. Die Spektren des 468-Typ besitzen ferner alle um 420 ein ausgesprochenes Maximum, das bei dem 465-Typ bei weitem nicht so deutlich ist.

Wiederholte Messungen der Spektra erweckten den Eindruck, als ob sich zum mindesten einige derselben änderten. Eigentümlich ist all diesen, daß sie zahlreichere Absorptionslinien, besonders im violetten Teile des Spektrums besitzen, als die übrigen Sterne. Die auffallendste Veränderlichkeit zeigt sich in der Gegend um das helle $H\delta$-Band, um das

helle Band 405.7 und um die schmäleren Bänder bei 463; geringere sind bei den violetten Absorptionsbändern. Dabei bleiben Emissions- und Absorptionsbänder an ihren Örtern, während sich innerhalb der erstgenannten ein fortgesetzter Wechsel zu vollziehen scheint, was sich dadurch erklärt, daß sie wahrscheinlich aus zahlreichen Einzelbändern zusammengesetzt sind, welche durch die mangelhafte Dispersion des benutzten Instrumentes nicht mehr getrennt werden konnten. Es kann dadurch leicht eine Verlagerung des Maximums einer Bande oder Gruppe erfolgen.

Zuweilen wurden derartige Veränderungen schon von einem Abend zum nächsten beobachtet. Möglicherweise ist durch diese fortwährende Änderung auch ein großer Teil der Unschärfe der erhaltenen Bilder verursacht.

Besonders auffallend ist noch, daß es etwa dieselben Stellen in dem variablen $H\delta$-Bande sind, welche sowohl in den Wolf-Rayet-Sternen als auch in den Neuen Sternen heller und dunkler werden und daß die Amplitude des Wechsels in beiden Fällen dieselbe ist. B.

[1028

Tätigkeitsbericht der Gruppe für die Beobachtung der Sonne.

Das lebhafte Interesse zahlreicher Liebhaberastronomen an den Vorgängen auf der Sonne, das zur Bildung dieser Gruppe geführt hatte, ist fortdauernd rege geblieben. Infolge des Kriegszustandes und der daran anknüpfenden politischen Vorgänge ist die Reihe der in dieser Gruppe zusammengefaßten Beobachter zwar manchem Wechsel unterworfen gewesen, die Zahl der Mitarbeiter hat aber im Laufe der Zeit nicht etwa abgenommen, sondern sie ist gestiegen. Angesichts der schweren Erschütterungen, denen doch sämtliche Kreise unterworfen waren und noch sind, möchte dies vielleicht auf den ersten Blick befremdlich erscheinen; man geht indessen wohl nicht fehl mit der Erklärung dieser Tatsache aus der großen Sehnsucht nach einem erhabenen Ruhepunkt, die heute so viele Gemüter erfüllt.

Da der in der Regel auf beschränkte instrumentelle Mittel angewiesene Freund der Himmelsforschung wohl immer eine Erholungspause am Tage zur Verfügung hat, die er gern einer würdigen Ablenkung von der Mühsal des Tages widmet, so ist es begreiflich, daß dieser Beobachtungszweig, bei dem nicht einmal das Opfer eines Teiles der Nachtruhe gefordert wird, so regen Zuspruch findet. Für die Statistik der Sonnenflecken sind bekanntlich größere Fernrohre nicht gebräuchlich und auch kaum erwünscht.

Bei der Ordnung des eingelaufenen Beobachtungsmaterials ergab sich eine außerordentliche Mannigfaltigkeit, die der Gruppenleitung recht zustatten kam. In der Hauptsache lassen sich die Beiträge in folgende Arten einteilen: 1. Detailzeichnungen, 2. Übersichtsblätter, die ganze Sonnenscheibe mit Flecken und teils auch mit Fackeln darstellend, 3. statistische Berichte mit Angaben über Lage und Größe der Flecken- und Fackelgruppen, unterstützt durch Skizzen und photographische Aufnahmen der Sonnenscheibe. Vereinzelt kamen hierzu noch Protuberanzenbeobachtungen. Die Zeichnungen wurden auf den meistens geäußerten Wunsch der Einsender nach Gebrauch zurückgegeben. In der zeichnerischen Darstellung wurde den Mitarbeitern völlig freie Hand gelassen; bezüglich der statistischen Beiträge dagegen wurde, wo es nötig schien oder erbeten war, Anleitung und Auskunft gegeben. Am umfangreichsten

sind naturgemäß die statistischen Mitteilungen. Diese Aufzeichnungen verlangen weder Übung noch Geschick im Zeichnen, obwohl ja die Fleckenerscheinungen selbst einen mäßig begabten Zeichner zur Wiedergabe geradezu herausfordern. So standen z. B. im Jahre 1918 einige hundert Aufnahmen zur Verfügung. Die bloße statistische Auszählung der Fleckengruppen hat allerdings ihren besonderen Reiz, der darin liegt, daß sie sich am raschesten bewerkstelligen und in einfachster Weise, ohne mathematisches Rüstzeug, rechnerisch auswerten läßt. Daher wohl die Bevorzugung der Statistik.

Die Ergebnisse der Zusammenarbeit lassen sich nun kurz folgendermaßen kennzeichnen. Zunächst wurde seit Juni 1917 eine fortlaufende Berichterstattung im „Sirius" über den Gang der Fleckenerscheinungen ermöglicht. Wohl gab es bisher gelegentliche Berichte über auffallende Fleckenbildungen, es fehlte aber früher an einer kurzperiodischen und systematischen Berichterstattung über den Verlauf dieser so wechselvollen Erscheinungen, deren Einfluß auf irdische Vorgänge erst zum geringen Teile erforscht ist. Die näheren Angaben über die Mitarbeiter und ihre Beiträge finden sich in den erwähnten Berichten des „Sirius". Als weiteres Ergebnis ist die Ermittlung der Epoche des letzten Hauptmaximums, das in den August 1917 fiel, zu nennen. Ein zweites Maximum wurde im Dezember 1917 beobachtet, während mitten zwischen beiden, nämlich im Oktober, ein ganz ungewöhnlich niedriger Fleckenbestand festgestellt wurde, der vielleicht als eine Pause tiefer Erschöpfung aufzufassen ist. Auch im übrigen wurde der Charakter der Fleckenkurve zahlenmäßig festgelegt durch die bis Januar 1915 zurückreichenden statistischen Angaben in den periodischen Berichten. Am Jahresschluß wurde endlich eine Zusammenstellung der Beobachtungsreihen an die Sternwarte in Zürich gesandt, um dort von dieser Zentralstelle für die Sonnenfleckenstatistik endgültig verwertet zu werden. Welche große Bedeutung die „Wolfschen Sonnenfleckenrelativzahlen" für die verschiedensten Zweige der Naturwissenschaft besitzen, braucht an dieser Stelle wohl nicht hervorgehoben zu werden.

Das ziemlich weitmaschige Netz der Beobachtungsorte machte die gemeinsam betriebene Sonnenüberwachung wenigstens in den Frühlings-, Sommer- und Herbstmonaten der nördlichen Erdhalbkugel verhältnismäßig wenig abhängig von der Wetterlage; in den Monaten Dezember und Januar waren indessen die Reihen leider immer noch lückenhaft. Da es außerdem vorkommen kann, daß der eine oder andere Beobachter durch Krankheit oder Berufsgeschäfte zeitweilig behindert ist, so ist es natürlich von Wert, daß sich möglichst viele Mitarbeiter beteiligen, damit einmal größere Unterbrechungen in den Beobachtungen vermieden werden und persönliche Verschiedenheiten in der Auffassung der Gruppen- und Fleckenzahlen sich bei der Mittelbildung ausgleichen. (Gewisse Willkürlichkeiten sind ja bei der Auszählung, wie jeder aus Erfahrung weiß, ohnehin manchmal unvermeidlich.) Es möge dies eine Ermunterung für die gewiß sonst noch zahlreich vorhandenen Sonnenbeobachter sein, ihre Mitwirkung einer schönen und großen Aufgabe zu widmen, die keine erheblichen Opfer an Zeit und Mühe verlangt, sondern lediglich etwas Ausdauer, und dafür als Lohn eine tiefe und reine Befriedigung gewährt, wie wenige andere Beschäftigungen.

W. Voß.

Der erste aus der Rheinprovinz bekanntgewordene Meteorstein.

Geheimer Bergrat Professor Dr. R. Brauns in Bonn schreibt in der „Kölnischen Zeitung" vom 24. Dez. 1918: Unmittelbar vor Kriegsausbruch wurde mir von Herrn Bauckhorn, Betriebsmeister an der Königlichen Geschoßfabrik in Siegburg, ein 220 *g* schwerer Meteorstein für das mineralogische Museum der Universität Bonn zum Kauf angeboten, der in Forsbach bei Bensberg gefallen sein sollte. Ich habe den Stein erworben, auch auf die Gefahr hin, daß er irgendeinem früheren bekannten Fall angehöre; der ausbrechende Krieg verbot weitere Nachforschungen. Ich mußte mich fürs erste damit begnügen, was sein Besitzer angeben konnte, daß der Stein am 12. Juni 1900, mittags gegen 2 Uhr auf freiem Felde bei Forsbach niedergefallen und von dem Ackerer Volberg, der sich nur 2 *m* davon entfernt befand, ausgegraben worden sei; durch den Luftdruck sei der Arbeiter angeblich bald umgefallen. Der Finder sei schon im Jahre 1902 gestorben. Weitere Nachforschungen haben ergeben, daß jene Angaben zuverlässig waren. Der Ackerer Volberg habe nach Aussage seiner Witwe bei seiner Arbeit im Felde in der Luft ein Geräusch wahrgenommen und geglaubt, daß ein Vogel daher fliege, im selben Augenblick sei der Stein aus der Luft etwa 1 bis 1½ *m* entfernt in die Erde eingeschlagen. Er habe den Stein aus der Erde genommen und festgestellt, daß er noch heiß war. Nach dem Tode des Finders ist der Stein für 3 ℳ an einen Metzger verkauft worden, dieser hat ihn an einen Verwandten nach Siegburg weitergegeben, und hier hat ihn Herr Bauckhorn erworben, der in richtiger Erkenntnis, daß solche wissenschaftlich wertvollen Steine für die Wissenschaft nicht verlorengehen dürfen, ihn dem mineralogischen Museum zum Kauf angeboten hat. Dies ist die irdische Geschichte des einzigen aus der Rheinprovinz bekanntgewordenen Meteorsteins, sie lehrt, wie leicht ein solcher Fund doch verloren gehen kann. Wer das Glück hat, den Fall eines Meteorsteins zu erleben, wird über seine Herkunft aus dem weiten Himmelsraum nicht im Zweifel bleiben, und sollte ihn immer alsbald der Mineraliensammlung einer Universität zuführen, er wird gut bezahlt. Meteorsteine haben immer eine dünne schwarze Schmelzrinde, die sich bei dem Fluge des Steines durch die Atmosphäre infolge der Reibung des Steines an der Luft gebildet hat, im Innern sind sie steinig, heller oder dunkler grau und oft reich an kleinen Körnchen von Nickeleisen. Der Forsbacher Meteorstein gehört zur Gruppe der Meteoriten, die unter ihren Bestandteilen kleine Mineralkügelchen enthalten und Chrondrite genannt werden, nach seiner Farbe und Beschaffenheit zu den weißgrauen breccienartigen Steinen dieser Art. Die mikroskopische Untersuchung eines Dünnschliffes läßt Olivin, Bronzit und Nickeleisen als die wesentlichsten Bestandteile erkennen.

Der Stein von Forsbach ist der einzige aus der Rheinprovinz bekanntgewordene Meteorstein, aber nicht der einzige Meteorit aus diesem Gebiete. Der andere hat eine wenig rühmliche Geschichte. Im Jahre 1802 wurde bei Bitburg in der Eifel bei Anlage einer Straße an der Albacher Mühle eine 1600 bis 1700 *kg* schwere Eisenmasse mit Olivin, ein sogenanntes Pallaseisen, gefunden. Aber damals wollte man von Meteoriten nichts wissen, und so wanderte dieser kostbare Eisenblock auf den Pluwiger Hammer bei Trier und ist hier eingeschmolzen worden. Das Eisen aber war rotbrüchig und konnte nicht verschmiedet werden; um den Ruf der Hütte zu wahren, wurde es vergraben. Auf Veranlassung von Nöggerath, dem damaligen Professor der Mineralo-

gie an der Universität Bonn, ist er im Jahre 1833 wieder ausgegraben worden, und Stücke davon sind in fast alle Meteoritsammlungen gekommen; auch die Bonner Sammlung besitzt davon ein Stück. Durch die Umschmelzung ist die ursprüngliche Beschaffenheit völlig verloren gegangen. Stücke des nicht geschmolzenen Bitburger Eisens gehören zu den größten Seltenheiten. Bonn besitzt davon leider nichts. Seine Meteoritensammlung, die kürzlich durch eine großherzige Schenkung von Frau Ellen Waldthausen in Königswinter eine ungemein wertvolle Bereicherung erfahren hat, würde durch die Stiftung eines unveränderten Bitburger Eisens um ein weiteres wertvolles Stück vermehrt werden, des einzigen Meteoreisens, das aus dem Rheinland bisher bekanntgeworden ist. [1038

Rundschau.

Die totale Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919 konnte von den beiden englischen Expeditionen beobachtet werden. In Sobral (Nord-Brasilien) wurde eine Gravitationsverschiebung am Sonnenrande von 1.52″ bzw. 1.98″ gefunden, auf der Insel Principe eine solche von 1.60″. Der aus der Einsteinschen Theorie folgende Wert ist 1.75″. Wir werden auf diese Fragen noch eingehender zurückkommen. [1132

Venus. In Bulletin de la Société Astronomique de France-Juli wird über eine aus der English Mechanic stammende Beobachtung des Planeten Venus berichtet. Der Beobachter, E. M. Nelson, sah die Polarflecke am 11. Juni v. J. mit einem Dreizöller ganz deutlich, sogar von einer mit dem Mondkrater Aristarch zu vergleichenden Weißheit. Flammarion fügt hinzu, er habe am 15. Juni um 4 Uhr p. m. „Frühlingszeit" mit dem Äquatorial der Sternwarte zu Juvisy den nördlichen Polarfleck zwar etwas verschwommen (vielleicht wegen schlechter Luft), aber doch unzweifelhaft gesehen und ihn einigen Besuchern der Sternwarte gezeigt. Ungefähr gleichzeitig (am 15. 3—4 Uhr p. m.) sah ich mit dem hiesigen Refraktor (Vergr. 160) bei guter Luft den nördlichen Fleck außerordentlich glänzend. Am Südhorn war auch ein großer schneeweißer Fleck von ca. 40° Durchmesser zu sehen. Dieselben Bildungen beobachtete ich auch im Sommer 1914, sie wurden bei dieser Gelegenheit auch von ungeübten Augen gesehen.

[113] W. Norlind.

Komet 1919 d (Sasaki). Der am 20. Oktober von Sasaki auf der Sternwarte Kyoto im Sternbilde des Steinbocks aufgefundene Komet 9. Größe konnte von G. Fayet als der periodische Finlaysche Komet erkannt werden. Seine Helligkeit nimmt schnell ab.

Schaumassescher Komet 1919 e. Mit dem Kometen 1919 e ist von den periodischen, im Jahre 1919 zur Sonne zurückkehrenden Kometen, der dritte wieder aufgefunden worden. Bei seiner geringen Helligkeit (etwa 12.5 Größe) kommt er nur für große Instrumente in Frage. [1133

Die im Jahre 1920 zu erwartenden periodischen Kometen. In diesem Jahre kehren auf Grund der bisher angenommenen Bahnelemente drei Kometen zur Sonnenähe zurück, die sämtlich in mehr als einer Erscheinung beobachtet worden sind und durchweg sehr kurze Umlaufszeiten haben. Es sind dies:

1. Komet Tempel$_2$. Er wurde im Jahre 1873 entdeckt und konnte nach der Vollendung des ersten Umlaufes 1878 wiedergefunden werden. Die beiden nächsten Erscheinungen (1884 und 1889) fielen wegen ungünstiger Sichtbarkeits-

verhältnisse aus. 1894 wurde er nach einer Vorausberechnung von Schulhof gesichtet, 1899 auf der Licksternwarte und 1904 in Nizza von neuem gefunden. In der Sonnennähe 1910 blieb er unsichtbar, 1915 wurde er von dem erfolgreichen Kometenjäger Delavan auf der La Plata-Sternwarte aufgefunden. Umlaufszeit 5.17 Jahre.

2. Komet de Vico-Swift. Entdekkungsjahr 1844. Er blieb, bei einer Umlaufszeit von 6.40 Jahren, zunächst 50 Jahre, bis 1894, verschollen und ist seitdem auch nicht mehr gesehen worden. Seine Wiederauffindung in diesem Jahre muß also als sehr zweifelhaft angesehen werden.

3. Komet Giacobini. Nach seiner Entdeckung im Jahre 1900 wurde er erst bei seiner zweiten Rückkehr zur Sonne, 1913, wieder gesehen. Seine Umlaufszeit beträgt 6.51 Jahre.

Ein im Jahre 1886 von Brooks entdeckter Komet von 5.60 Jahren Umlaufszeit ist nur in dieser ersten Erscheinung beobachtet worden. Er muß wohl endgültig als verloren betrachtet werden. [1118 P. H.

VV Orionis. Von E. Hertzsprung[1]) sind in der Zeit von 1913 Jan. 28. bis 1914 Febr. 22. am Zeiß-Triplet des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam photographische Helligkeitsmessungen des veränderlichen VV Orionis ausgeführt worden. Als Vergleichssterne dienten $BD - 1°935$ und $BD - 1°949$. Auf 726 Platten wurden insgesamt 1451 Expositionen von 3 *mm* intrafokalen Aufnahmen erhalten. Die Ausmessung der Platten im Mikrophotometer erfolgte durch Frl. H. Mattenklodt. Die direkt gefundenen Sterngrößendifferenzen wurden dann wegen Ort des Bildes auf der Platte und Extinktion korrigiert. Das Material wurde nunmehr nach der Phase geordnet und zu 66 Mittelwerten zusammengefaßt. Die durch sie gelegte Kurve ließ deutlich die Elliptizität der Komponenten erkennen, während ein durch gegenseitige Bestrahlung entstandener Reflexionseffekt nur unsicher angedeutet war. Der Abstand zwischen Haupt- und Nebenminimum beträgt genau eine halbe Periode. Die Exzentrizität ist also unmerklich, so daß die Bahn als kreisförmig angenommen werden kann. Die weitere Diskussion führte schließlich zu folgenden Ergebnissen: Die Länge der Periode, korrigiert für Radialgeschwindigkeit, ist 1.48529^d, die Epoche des Hauptminimums J. T. helioz. m. Z. Gr. 2420095.220. Die (photographische) Amplitude beträgt 0.35^m bzw. 0.16^m. Die Dauer der Verdunklung im Haupt- oder Nebenmimimum ist 0.191^p (die Dauer der ganzen Periode gleich 1 gesetzt), das sind 0.283^d, die Dauer der ringförmigen oder totalen Verdunklung ist entsprechend 0.068^p = 0.101^d. Mit der von Daniel auf Grund der spektroskopischen Bahnbestimmung berechneten Massenfunktion des Systems von 0.358 Sonnenmassen und unter der Annahme des Massenverhältnisses beider Komponenten zu 2 bzw. 3 ergeben sich noch nachstehende Daten:

Massenverhältnis	2	3	
Bahnradius	8 100 000	10 800 000	*km*
Masse d. Hauptsterns	6 4	17.2	Sonnenmassen
Masse d. Begleiters	3.2	5.7	Sonnenmassen
Dichte d. Hauptsterns	0.059	0.006	Sonnendichte
Dichte d. Begleiters	0.37	0.28	Sonnendichte
Halbe große Achse des Hauptsterns	4.8	6.4	Einheiten der halben Sonnenachse
Halbe große Achse des Begleiters	2.1	2.7	Einheiten der halben Sonnenachse

[1105] P. H.

Die Radialgeschwindigkeit von β Ursae minoris stellt ihrer Ermittlung unerwartet große Schwierigkeiten entgegen. Der Stern zeigt einen Bedeckungslichtwechsel im Verlauf von $7^1/_2$ Stunden, wobei nach P. Guthnick die Tiefe des Hauptminimums 0.019^M und die des Nebenminimums 0.006^M beträgt. Im Hauptminimum steht der kleine Be-

[1]) Publ. d. Astrophys. Obs. zu Potsdam, Nr. 73.

gleiter vor dem Hauptstern; seine Flächenhelligkeit ist die geringere. Die Amplitude der Schwankung der Radialgeschwindigkeit hatte sich nun 1908 nach Ludendorff zu 6 *km*, nach Lick-Beobachtungen zu $5^1/_2$ *km* ergeben, während die im Februar 1916 aufgenommenen 36 Kontrollspektrogramme nur einen außerordentlich kleinen Betrag von weniger als 2 *km* liefern. Prof. Guthnick ist der Auffassung, daß hier noch eine ungeklärte Ursache zu Grunde liegt, und weist zum Vergleich auf den Stern ε Ursae majoris hin, wo sich zeitweilig im Spektrum eine zweite Komponente mit größerer Umlaufszeit bemerkbar macht. (A. N. **203**, 383—86. 1917). [10331] Kr.

Eine Wirkung der Durchbiegung eines Spiegels auf seine auflösende Kraft. Eine Untersuchung von H. S. Jones, (Cambr. Proc. R. S. 88, 494) ist ein Versuch, die Wirkung der Durchbiegung eines Spiegels auf das durch ihn hervorgerufene Bild zu zeigen. In kurzen Worten ist der Vorgang mit seinen dazu gehörigen Wirkungen folgender: Die auflösende Kraft ist proportional der Öffnung. Eine Verzerrung des Bildes, die durch das Gewicht des Spiegels und die Art der Unterlagen bedingt wird, vermindert die auflösende Kraft. Durch ein Vergrößern der Öffnung von Spiegeln derselben Dicke und der gleichen Form der Unterlagen wird keine auflösende Kraft gewonnen. Möglicherweise gibt es eine bestimmte Grenze der Öffnung, die eine Verringerung der auflösenden Kraft zur Folge hat. Es ist die Aufgabe der Untersuchung, die Verzerrung des Bildes bei verschiedenen Arten von Unterlagen in ihrer Wirkung auf die auflösende Kraft und die noch zulässige Größe der Öffnung zu berechnen. Die Schwierigkeiten der mathematischen Entwicklung erlauben nur die Betrachtung von ganz einfachen Formen von Unterlagen, aber das genügt, um zu entscheiden, ob die oben erwähnte Öffnung jenseits der Grenze der praktisch durchführbaren Konstruktionsmöglichkeiten liegt.

Die mathematische Untersuchung beruht auf den Formeln des elastischen Gleichgewichtes in der Elastizitätslehre. Nur die horizontalen und vertikalen Stellungen des Spiegels werden behandelt, die geneigten Lagen werden nur als eine Verbindung der beiden anderen ins Auge gefaßt. Die in Frage kommenden rückseitigen Unterlagen werden in der Mitte, am Rande und auf einem Kreis zwischen Mitte und Rand angenommen. Die zunächst ausgeführten Formeln beziehen sich auf die relative Senkung der Mitte oder des Randes, oder auf irgendeinen Punkt des Halbmessers in bezug auf die gestützte Mitte oder den festen Rand. Weitere Formeln behandeln die Ausbreitung des Bildes einer punktförmigen Lichtquelle und die Wirkung, welche die Durchbiegung des Spiegels auf dasselbe ausübt; daraus folgen Regeln für die Grenze der Öffnung, jenseits welcher die Breite des Bildes die auflösende Kraft vermindert. Nimmt man die Dicke des Spiegels zu ein Zehntel der Öffnung an, so beträgt die Grenze der Öffnung acht Zoll bei Unterstützung am Rande. Für Unterlagen sowohl in der Mitte wie am Rande liegt die Grenze ungefähr bei vier Fuß. Für Stützen in der Mitte, am Rande und dazwischen beträgt die Grenze der Öffnung ungefähr zehn Fuß. Verstärkt man die Dicke des Spiegels, so wächst auch die Grenze für die Öffnung; die Dicke des Spiegels kann jedoch nicht unbegrenzt verstärkt werden, damit nicht ein Springen des Glases eintritt, die Homogenität des Glases darunter leidet oder das Gewicht so groß wird, daß es nicht mehr genügend unterstützt werden kann. Es ist augenscheinlich, daß vollständigere Stützen als die angeführten die Grenze für die Öffnung erweitern würden und

zwar über die praktisch durchführbaren Größen von Spiegeln hinaus. Eine weitere Untersuchung der Verzerrung in der Spiegelebene, die durch geneigte oder vertikale Stellungen hervorgerufen wird, zeigt, daß es unmöglich ist, Verschiebungen zu verhüten, die tangential zum Rande liegen; die normalen Verschiebungen können jedoch durch Randstützen verhindert werden. Nimmt man in vertikaler Lage die Brennweite fünfmal so groß als die Öffnung an, so beträgt die Grenze der Öffnung ungefähr zwölf Fuß. Wächst die Brennweite, so wächst auch die Grenze für die Öffnung.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen besteht also in dem Nachweis, daß schon bei einfachen Arten von Unterlagen die kritische Öffnung größer ist, als es sich praktisch durchführen läßt. Ein Beispiel des besten Stützsystemes ist das des Mount-Wilson-60-Zoll-Spiegels, der gut verteilte Unterlagen sowie Randstützen mit seitlichen Widerlagern besitzt.

Zur Frage der täglichen Polhöhenschwankungen. In den A. N. 207, Nr. 4945 untersucht Prof. Dr. L. Courvoisier die von ihm schon oft diskutierte Frage nach der jährlichen Refraktion und der Natur des sog. z-Gliedes. Er kommt zu dem Ergebnis, daß eine regelmäßige, einfache, periodische Tagesschwankung der Polhöhe mit einer Dauer von 24^h m. Z. nicht existiert Die Polhöhe ist vielmehr während der Nacht und eines Teiles des Tages praktisch als konstant anzusehen, und erst in den Mittagsstunden zeigen sich vermutlich von der „Saalrefraktion" herrührende Störungen. Eine Sinusschwingung der Polhöhe ist weder mit Jahres- noch mit Tagesperiode vorhanden. Zur Erklärung des z-Gliedes bleibt nur die Annahme einer wirklichen Jahresperiode in den beobachteten Polhöhen übrig. Diese von den bisherigen Auffassungen wesentlich abweichende Erklärung dürfte wohl Veranlassung zu weiteren Untersuchungen werden. [1021]

Zonenzeit an Bord. Die Ann. d. Hydr. enthalten in ihrem 36. Jahrgang, Heft 7/8, amtliche, sehr interessante Ausführungen über die Zonenzeit an Bord. Es wird zunächst mitgeteilt, daß auch heute noch auf deutschen Handelsschiffen der tägliche Dienst nach wahrer Zeit geregelt ist und die Uhr je nach Bedarf willkürlich verschoben wird. Nachdem nun der Einfluß des Funkentelegraphendienstes die kaiserliche Marine bewogen hat, an Bord mittlere Zonenzeit zu fahren, tritt auch an die Handelsschiffahrt die Frage heran, ob sie nicht der Vorzüge der Gleichmäßigkeit wegen ebenfalls dazu übergehen solle. Auf Schiffen, auf denen das Dreiwachensystem besteht, könnte man die Uhr abends, zu Mitternacht und morgens um je 20 Minuten verschieben, damit keine Wache benachteiligt würde. Man erreichte dann, wie in der betr. Mitteilung ausgeführt wird, daß die bisher an Bord doch etwas heikle Frage der Uhrenverschiebung auf so einheitliche, allgemeine Grundlage gestellt wird, daß allen Nörgeleien der Mannschaften oder Reisenden von vornherein die Spitze abgebrochen ist, — ferner, daß man im drahtlosen Verkehr etwa mit anderen Schiffen nie über die nötige Zeit in Zweifel sein wird. Es wird der Vorschlag gemacht, die 15°-Zonen so abzugrenzen, daß der Mittelmeridian jeweils um ein Vielfaches von 15° von dem Greenwicher Meridian absteht. In jeder dieser Zonen gilt dann die Zeit des Mittelmeridians, die sich jeweils volle Stunden von der mittleren Weltzeit unterscheidet. Den Ausführungen ist auf S. 202 eine Karte beigegeben, die die Verhältnisse näher veranschaulicht. [1023]

Zu Tafel I. Die Zeichnung ist am 18. Mai 1919 kurz vor Sonnenuntergang, also als **Tagesbild des Jupiter** erhalten und stellt demnach nur die wich-

tigsten Umrisse auf der Planetenoberfläche dar. Charakteristisch für die letzte Sichtbarkeitszeit war das in allen Drehungsphasen beobachtete deutliche Übergreifen heller Streifen in die breite dunkle Äquatorialzone, wie sie vor genau 30 Jahren besonders schön von Keeler beobachtet und gezeichnet worden sind (Himmel und Erde Bd. II).

Während der Beobachtung am 18. Mai durchquerte der Schatten des III. (größten) Trabanten die Planetenoberfläche. Der vorangehende III. Trabant selbst war unsichtbar. Bemerkenswert ist noch die Tatsache, daß an dem genannten und einigen folgenden Tagen die außerhalb der Jupiterscheibe stehenden Monde bereits 1 bis 2 Stunden vor Sonnenuntergang sowohl im 60 cm-Refraktor wie im 18 cm-Leitrohr auffällige Objekte darstellten. Dies ist besonders für den IV. Trabanten von Interesse, der im Mittel die Helligkeit 6.5^{M} hat. [1129] K. G.

Meinungsaustausch.

In der Übungssternwarte der Universität Berlin hält zur Zeit im Auftrage der Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht Dr. Kritzinger „Übungen in der Sternforschung" für Lehrer und Lehrerinnen an den höheren Schulen Groß-Berlins ab. Nur die Hälfte der sich Meldenden konnte zu den Übungen zugelassen werden, um diese für den Einzelnen recht ersprießlich zu gestalten. Dies zeigt wohl ziemlich deutlich, welches Interesse für diese Fragen vorliegt. Sollte es nun nicht auch an anderen Universitätssternwarten möglich sein, solche Lehrkurse einzurichten?

Die Redaktion ist gerne bereit, obiger Anregung entsprechend Erklärungen von Sternwarten entgegenzunehmen und der pädagogischen Fachpresse zur Verfügung zu stellen.

[1134

Bücherschau.

F. Rusch, Beobachtung des Himmels mit einfachen Instrumenten. Math.-Phys. Bibliothek Bd. 14. B. G. Teubner, Leipzig. 2. Aufl. 1919. 51 S. mit 6 Abb. Kart. 1 *M*.

Studienrat Rusch gibt in dem, nun schon in zweiter Auflage erschienenen Heftchen auf allerengstem Raum eine Menge praktischer Anregung für den ernsten Anfänger. Bei der Aufstellung des parallaktischen Instrumentes wäre wohl ein Hinweis auf die sog. „Scheinersche" Methode angebracht gewesen. Bei der Berechnung der Sonnenfleckenbeobachtungen hätte ohne Mühe die offizielle Formel statt der willkürlichen gebracht werden können. In der 3. Auflage hat Verf. hoffentlich Gelegenheit, einige Anregungen aus dem „Sir." (z. B. Extinktion) zu verwerten.

Fr. Boll, Sternglaube und Sterndeutung, die Geschichte und das Wesen der Astrologie. Aus Natur und Geistesw. Bd. 638. B. G. Teubners Verlag. 2. Aufl. 1919. 110 S. mit Sternkarte u. 20 Abb.

Kaum ein Jahr nach seinem ersten Erscheinen ist die zweite Auflage dieses zugleich wissenschaftlich gediegenen und jeden astrologisch interessierten Laien lebhaft fesselnden Bändchens nötig geworden. Wir wüßten zur Empfehlung kaum noch etwas hinzuzufügen. [1121 Kr.

W. Bloch, Einführung in die Relativitätstheorie. Aus Natur und Geisteswelt. Bd. 618. B. G. Teubner-Leipzig. 100 S. mit 16 Fig.

Die von Dr. Bloch gegebene Darstellung der elementaren Relativitätstheorie setzt nur die math. Kenntnisse eines Gymnasiasten voraus, bringt nach Möglichkeit anschauliche Beispiele aus dem Leben, um die zum Teil recht schwierigen Überlegungen zu erleichtern, und kann daher jedem gerne empfohlen werden, der sich darüber informieren will. Nachdem die letzte totale Sonnenfinsternis eine weitere Bestätigung der Theorie gebracht hat, dürfte ganz besonderes Interesse dafür vorliegen. [1122 Kr.

G. Kowalewski, Einführung in die Infinitesimalrechnung. Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 197, Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1919 (100 S. mit 19 Fig. im Text). Schon die Tatsache, daß diese kleine Einführung in die höhere Analysis bereits in der dritten Auflage erscheint, spricht für ihre Vorzüglichkeit. Im ersten Kapitel zeigt der Verfasser zunächst die geometrische Darstellung von Zahlenwerten, um dadurch eine äußerst leichtfaßliche Anschauung vom Begriff der Häufungswerte und Grenzwerte zu geben. Der Satz von Weierstraß über die beschränkten Zahlenfolgen, sowie die Hauptsätze der Grenzwertrechnung werden behandelt. Das zweite Kapitel umfaßt die Differentialrechnung. Einleitend wird der Begriff der Funktion gegeben, dann werden die verschiedenen Arten von Funktionen dargestellt. Der Definition des Differentials schließen sich die verschiedenen Differentiationsregeln an. § 28 macht uns bei der Behandlung der Maxima und Minima mit der Aufgabe der Bienenzelle bekannt. Einige Abschnitte über Reihen beschließen dieses Kapitel. Das dritte Kapitel behandelt die Integralrechnung. Der Aufstellung der wichtigsten Integrationsregeln folgt die Darstellung des Problems der Quadratur und der Rektifikation; der Taylorsche Lehrsatz wird kurz gestreift. Die zum Schluß gegebene historische Übersicht bietet eine willkommene Ergänzung des behandelten Themas. Wir können das Bändchen jedem Freunde der Astronomie, der etwas tiefer in die theoretischen Grundlagen eindringen will, nur warm empfehlen. P. H. [1107

O. Hartmann, Astronomische Erdkunde. XI u. 83 Seiten, 38 Textfiguren, 1 Stern- und 1 Mondbahnkarte und 98 Übungsaufgaben. Fr. Grub Verlag, Stuttgart. Preis steif brosch. Mk. 1.60.

Die fünfte, neubearbeitete Auflage dieses reichhaltigen und gediegenen Werkchens ist nunmehr erschienen. Im Vergleich zu ähnlichen Arbeiten über den gleichen Gegenstand wird hier Primaner-Mathematik vorausgesetzt.

Der besondere Wert des Buches liegt in der fortlaufend gegebenen Anregung zur Selbstbeobachtung der Himmelserscheinungen. Einerseits ein unschätzbares Hilfsmittel für den Schüler der oberen Klassen unserer höheren Schulen, kann es andrerseits dem angehenden Lehrer der Mathematik und Naturwissenschaften zeigen, in welchem Umfange er diesen Lehrstoff, entsprechend der neuen Prüfungsordnung, beherrschen muß. Ksh.

Ordentliche Generalversammlung der Ingedelia.

Zur zweiten ordentlichen Generalversammlung der Internationalen Gesellschaft der Liebhaberastronomen (E. V.) in der **„Alten Urania" (Übungssternwarte der Universität, Berlin NW 40, Invalidenstr. 57—62)** am **Mittwoch den 21. April 4h p. m.** werden die Mitglieder hierdurch geziemend eingeladen.

Tagesordnung.

Erledigung der statutengemäßen Obliegenheiten (§ 13). Besonders hervorzuheben:

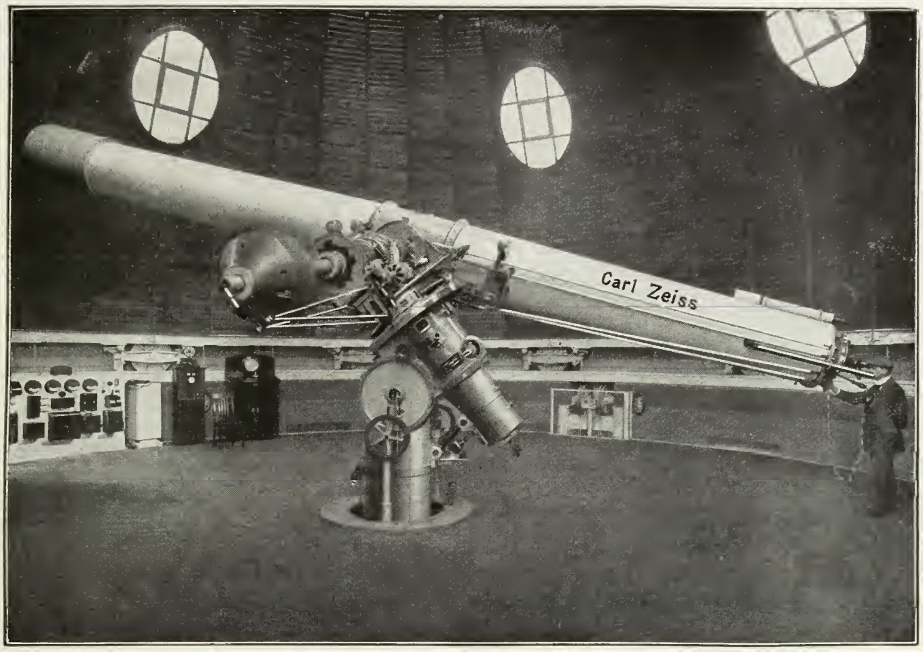
zu 1. Tätigkeit und Ausbau der Arbeitsgruppen.
5. Entscheidung über die der Versammlung unterbreiteten Anträge.
8. Wissenschaftliche Vorträge.

Zu § 13 Ziff. 5 u. 8 nimmt das Sekretariat der Ingedelia (Berlin NW 40, Hindersinstr. 7) noch Mitteilungen entgegen.

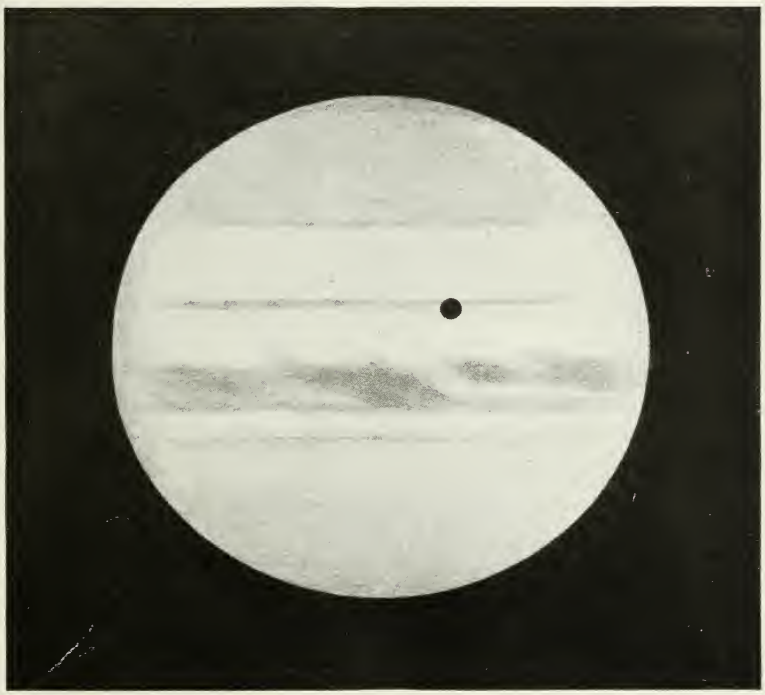
I. A. **Dr. H. H. Kritzinger,** Präsident der Ingedelia.

Herausgeber: Dr. H. H. Kritzinger, Berlin N. W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 39564
Schriftleitung: Paul Hügeler, Berlin SO 33, Schlesischestr. 21.

Schluß der Redaktion: 27. Dezember 1919.



Der 65 cm-Refraktor der Babelsberger Sternwarte bei höchstgehobener Plattform.



Jupiter 1919 Mai 18 7^h 13^m Weltzeit
skizziert am 60 cm-Refraktor der Hamburger Sternwarte in Bergedorf
von K. Graff.

Band 53 1920

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger**
herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

Februar/März 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.
Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Julius Bauschinger. Zum 28. Januar 1920. S. 25. — Die Entstehung lokaler photographischer Sternbilder und die Erhellung der Atmosphäre in der Nachbarschaft heller Gestirne. Von Prof. Dr. Hans Rosenberg Mit 3 Abb. und 1 Tafel. S. 26. — Die Justierung der Aufstellung eines parallaktisch montierten Instrumentes. Von Dr. H. H. Kritzinger. S. 37. — Die Beobachtung der astronomischen Strahlenbrechung am Horizont Von Prof. Dr. Carl Wirtz. S. 41. — Die Verwendung von Spiegelprismen bei Meridiankreismessungen. Von Dr. K. Schiller. Mit 4 Abb. im Text. S. 45. — Die Albedo der Planeten und ihrer Begleiter. S. 48. — Aus den Jahresberichten der A. G.-Sternwarten für 1918. S. 51. — Photogra-phischphotometrische Methode zur Bestimmung von Sternhelligkeiten. S. 55. — Rundschau. S. 56. — Bücherschau. S. 59.

Julius Bauschinger.

Zum 28. Januar 1920.

Vor einigen Monaten konnte Professor Julius Bauschinger an dieser Stelle das Lebenswerk eines siebzigjährigen Kollegen würdigen. Heut begeht er selbst die Feier der sechzigsten Wiederkehrs seines Geburtstages. Als Sohn eines Mathematikers und Bautechnikers war ihm Interesse für Mathematik und Naturwissenschaften wohl schon angeboren, und so wandte er sich in dem großen Gebiete der Astronomie auch hauptsächlich dem theoretischen Teil, insbesondere dem Problem der Bahnbestimmung zu. Wir verdanken ihm hier sein umfassendes Lehrbuch der Bahnbestimmung (1906) sowie die fünf Jahre früher erschienenen, eine wertvolle Ergänzung zu vorgenanntem Werke bildenden „Tafeln zur theoretischen Astronomie". — Nach Erlangung der Doktorwürde in München durch seine „Untersuchungen über die Bewegungen des Planeten Merkur" blieb Bauschinger noch lange Jahre als Assistent und Observator an der dortigen Sternwarte, wo das 1. Münchener Sternverzeichnis von 33 082 Sternen und das 2. Münchener Sternverzeichnis von 13 200 Sternen entstanden. 1896 sehen wir ihn als Professor und Direktor des Astronomischen Recheninstituts in Berlin, welche Tätigkeit er 13 Jahre bis zu seiner Übersiedlung nach Straßburg (Els.) als Direktor der dortigen Sternwarte ausübte. Das denkbar beste Einvernehmen, das ihn mit den Beamten dieses Instituts verband, gestaltete die Tätigkeit für alle zu einem rechten Vergnügen, und in Wehmut denken sie an die schöne Zeit zurück, die schließlich ein Opfer des Weltkrieges wurde. Auch Bauschinger blieb das Schicksal der Ausweisung nicht erspart. Er kehrte nach München, der Stätte seines ersten Wirkens zurück. — Seine früheren Mitarbeiter und Schüler sind gern dem Rufe der Schriftleitung gefolgt, dem

nun Sechzigjährigen ihre Verehrung in kleinen Arbeiten zum Ausdruck zu bringen, und so widmen wir dem Jubilar diese Nummer in der Hoffnung, daß er bald bessere Tage über Deutschland heraufziehen sehe, die die Sorgen des Alltags weniger fühlen lassen und dadurch in höherem Maße die Ruhe gewähren, die zur erfolgreichen Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten Haupterfordernis ist.

Paul Hügeler.

Die Entstehung fokaler photographischer Sternbilder und die Erhellung der Atmosphäre in der Nachbarschaft heller Gestirne.

Von Prof. Dr. Hans Rosenberg, Tübingen.

Mit 3 Abb. und 1 Tafel.

Es ist eine schon bald nach Einführung photographischer Methoden in die Astronomie erkannte Erscheinung, daß die photographischen Bilder von Sternen in der Brennebene eines Objektives kleine Scheibchen werden, deren Durchmesser von der Art des verwendeten Objektivs, von der Helligkeit der betreffenden Sterne und von der Expositionszeit abhängen. Vermutlich werden auch Plattensorte und Entwicklung einen gewissen Einfluß ausüben, doch scheinen systematische Untersuchungen in dieser Beziehung noch nicht angestellt worden zu sein.

Während sich die Abhängigkeit der Scheibendurchmesser vom Objektiv recht kompliziert gestaltet und vermutlich für jedes Objektiv besonders wird bestimmt werden müssen, läßt sich das Durchmessergesetz bei Benutzung eines bestimmten Objektivs in der Form zusammenfassen, daß bei wachsender Lichtmenge — also bei größerer Helligkeit der Sterne oder zunehmender Expositionszeit — auch die Durchmesser der Sternscheibchen wachsen. Die Kenntnis des gesetzmäßigen Zusammenhangs zwischen Lichtstärke und Scheibendurchmesser würde uns in den Stand setzen, aus den auf einer Platte gemessenen Durchmessern der verschiedenen Sternscheibchen rückwärts das Intensitätsverhältnis der zugehörigen Sterne abzuleiten. Da diese Methode frei ist von der physiologischen Beschränkung unseres Auges, Helligkeitsunterschiede von weniger als 1% nicht mehr als solche zu empfinden, und da sie einer Ausdehnung der Helligkeitsmessungen auch auf die schwächsten Sterne fähig ist, — eine Aufgabe, deren Lösung bei der Wichtigkeit, die die modernen stellarstatistischen Arbeiten gerade auf zuverlässige Helligkeitsangaben der schwächeren und schwächsten Sterne legen, von hoher Bedeutung wäre — so hat es denn auch von Anbeginn nicht an Versuchen gefehlt, den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Sternhelligkeit und Scheibchendurchmesser aufzufinden. Eine große Anzahl von Formeln sind zu diesem Zweck aufgestellt worden, von denen die logarithmische Formel von Charlier, die lineare von Scheiner, die parabolische von Christie und die hyperbolische von Kapteyn die bekanntesten sind. Andere Formeln, in denen auch der Einfluß des Objektivs berücksichtigt wird, wie eine solche z. B. von E. C. Pickering aufgestellt worden ist, scheinen weniger Verbreitung gefunden zu haben.

Alle diese bisher zur Darstellung des Durchmessergesetzes aufgestellten Formeln haben aber das eine Gemeinsame: Sie sind nicht der Ausfluß eines physikalischen Gesetzes, sondern sie sind lediglich als Interpolationsformel innerhalb eines begrenzten Helligkeitsintervalls aufzufassen; und es kommt vor, daß auf der gleichen Platte für die Dar-

stellung der helleren Sterne eine andere Formel erforderlich ist, als für die schwächeren Sterne benutzt werden muß.[1]) Im allgemeinen scheint die Gefahr eines größeren Fehlers bei Extrapolationen nach unten (Übergang auf schwächere Sterne) geringer zu sein als bei der Extrapolation nach oben; man wird aber nach Möglichkeit eine zu starke Extrapolation mit Hilfe dieser Formeln überhaupt zu vermeiden suchen. Damit begibt man sich aber des Vorteils der Anwendbarkeit der Methode auf die schwächsten Sterne, weil gerade unter diesen Anhaltsterne meist nicht vorhanden sein werden.

Daß es bisher noch nicht gelungen ist, das Durchmessergesetz in seinem ganzen Verlauf befriedigend darzustellen, findet eine einfache Erklärung in der Tatsache, daß es bisher auch noch nicht gelungen ist, die physikalischen Ursachen für die Verbreiterung der Sternscheibchen einwandfrei festzustellen. Die folgenden Betrachtungen sollen dazu dienen, auf eine wichtige Erscheinung als eine der Ursachen dieses Effektes hinzuweisen, deren Einfluß aber unseres Wissens bisher nicht genügend gewürdigt wurde, trotzdem sie physikalischer Natur ist und den Vorteil bietet, sich in ihren Konsequenzen experimentell und rechnerisch verfolgen zu lassen.

Eine ausführliche Zusammenstellung sämtlicher bei der Verbreiterung der Sternscheibchen in Frage kommenden Beobachtungstatsachen sowie ihrer Deutungen hat Scheiner in seinem Lehrbuch über „Die Photographie der Gestirne“[2]) gegeben, auf das hier besonders verwiesen werden soll; eine ähnliche Zusammenfassung findet sich in der „Populären Astrophysik“ des gleichen Verfassers[1]), so daß es genügen wird, wenn wir an dieser Stelle nur die wichtigsten, für das Verständnis notwendigen Erscheinungen noch einmal kurz aufführen.

1. Die Bildspuren der schwächsten, auf einer Platte noch erscheinenden Sterne sind nicht völlig geschwärzt. Bei Vermehrung der Lichtmenge findet zunächst kein Anwachsen der Durchmesser statt, sondern es nimmt lediglich die Schwärzung bis zur völligen Durchexponierung zu. Erst bei weiterem Anwachsen der Lichtstärke (die etwa vier Größenklassen über der Lichtstärke der schwächsten Sterne liegen mag) tritt eine Verbreiterung der Durchmesser ein, und zwar wachsen die Durchmesser zuerst nur langsam mit zunehmender Helligkeit der Sterne, und die Scheibchen erscheinen meist scharf begrenzt; bei weiterer Vermehrung der Intensität breiten sich die Scheibchen schneller und schneller aus, die Durchmesserkurve wird steiler und steiler; verbunden damit ist eine allmählich zunehmende Unschärfe und Verwaschenheit des Randes der Sternscheibchen, so daß die exakte Messung der Durchmesser sich immer schwieriger gestaltet. Scheiner (l. c. pg. 25) stellt für ein derartig verbreitertes Sternscheibchen den Helligkeitsabfall von der Mitte nach dem Rande graphisch durch die folgende Kurve dar (die äußerste punktierte Kurve).

Abb. 1 siehe Seite 28.

Für den Potsdamer photographischen Refraktor (Öffnung: 34 *cm*; Öffnungsverhältnis 1 : 10) und einstündige Exposition schätzt Scheiner den Helligkeitsabfall bei Sternen 3. bis 4. Größe auf etwa 9 bis 10 Größenklassen.

2. Aus den Untersuchungen, besonders von Scheiner und Wolf, geht mit Sicherheit hervor, daß das Licht, welches die Verbreiterung der Stern-

---

[1]) Schiller, Publ. d. Astrophys. Inst. Königstuhl-Heidelberg. II, 138.

[2]) Scheiner, Die Photographie d. Gestirne. Leipzig 1897. S. 210 ff.

[1]) Scheiner, Populäre Astrophysik. Leipzig 1912. S. 316 ff.

scheibchen erzeugt, zum überwiegend größten Teil vom Objektiv her auf die Platte gelangt, und nur zum allergeringsten Teil durch Zerstreuung und Reflexion innerhalb der empfindlichen Schicht der photographischen Platte zustande kommt. (Scheiner l. c. pg. 219/220.)

3. Eine dritte Tatsache, die unseres Erachtens von grundlegender Bedeutung für die Erklärung der ganzen Erscheinung ist, die aber bisher nicht die gebührende Beachtung gefunden zu haben scheint, ist die wohl zuerst von Schiller[1]) klar ausgesprochene Beobachtungstatsache, daß—**wenn man die Scheibchendurchmesser in Bogenmaß ausdrückt** — das Ansteigen der Durchmesserkurve um so steiler wird, je größer das Öffnungsverhältnis des benutzten Objektivs ist. Das gleiche Resultat ergibt sich übrigens auch aus einem Vergleich der Scheinerschen Beobachtungen mit photographischem Refraktor (1 : 10) und Euryskop (1 : 3,5); bei gleicher Intensität des primären Sternscheibchens (beginnende Solarisation) sind die entsprechenden Scheibchendurchmesser 60″ bzw. 480″. (Scheiner l. c. pg. 220.)

Abb. 1

Von dieser letzten Tatsache wollen wir ausgehen. Der offensichtliche Zusammenhang zwischen der Durchmesserkurve und dem Öffnungsverhältnis des Objektivs legt den Gedanken nahe, daß wir es bei der Verbreiterung der Sternscheibchen mit der Abbildung einer außerhalb des Instrumentes tatsächlich vorhandenen, konzentrisch zu dem Ort des Sternes sich ausbreitenden, zuerst sehr schnell, dann immer langsamer abnehmenden Flächenhelligkeit zu tun haben.

Da auf einer photographischen Platte bei normaler Belichtung und Entwicklung das Helligkeitsverhältnis von Intensitäten, welche Schwärzungen vom Schwellenwert bis zur völligen Undurchsichtigkeit der Platte erzeugen, etwa 4 bis 5 Größenklassen beträgt, anderseits die Durchmesser von den kleinsten völlig ausexponierten Sternscheibchen an während eines Helligkeitszuwachses von weiteren 4 bis 5 Größenklassen nur langsam wachsen und relativ scharf begrenzt erscheinen, so folgt daraus, daß der Helligkeitsabfall in der nächsten Nachbarschaft der Gestirne über ein Intervall von etwa 8 bis 10 Größenklassen ein sehr steiler sein muß und sich dann erst allmählich abflacht.

Nachdem Scheiner gezeigt hat, daß keine der bei einem Objektiv rechnungsmäßig zu verfolgenden Fehlerquellen (Beugung, sphärische und chromatische Aberrationen, Reflexionen) weder für sich allein, noch in ihrer Ge-

[1]) Schiller, l. c. S. 137.

samtheit ausreichen, die Verbreiterung der Sternscheibchen zu erklären, können seiner Ansicht nach „nur noch" die unregelmäßigen Objektivfehler (Rauhigkeiten der Oberfläche, kleine Schlieren, Luftbläschen, Deformationen durch die Fassung usw.) zur Erklärung der Erscheinung herbeigezogen werden (l. c. pg. 222). Auf die Möglichkeit einer etwa außerhalb des Instrumentes liegenden Lichtquelle als Ursache finden wir nirgends einen Hinweis. Obgleich zweifellos diese unregelmäßigen Objektivfehler eine gewisse Verbreiterung der Sternscheibchen hervorrufen werden, können wir uns doch nicht entschließen, in ihnen allein die Ursache für den gedachten Effekt zu erblicken. Denn sie liefern keine Erklärung für die von Schiller gefundene und durch anderweitige Beobachtungen unzweifelhaft bestätigte Tatsache der Abhängigkeit der Durchmesserkurve vom Öffnungsverhältnis.

Wir setzen also eine tatsächlich vorhandene Flächenhelligkeit in der nächsten Umgebung der Gestirne voraus.

Damit tritt zunächst die Aufgabe an uns heran, eine physikalische Erklärung für das Vorhandensein einer derartigen Flächenhelligkeit zu finden und weiterhin — theoretisch oder experimentell — zu untersuchen, ob die etwa vorhandene Intensität ausreicht, um die Verbreiterung der Sternscheibchen zu erzeugen, bzw., ob der Helligkeitsabfall in einer Form vor sich geht, welche der Intensitätsverteilung in einem verbreiterten Sternscheibchen entspricht.

Auf der Suche nach einem physikalischen Erklärungsprinzip schien uns in erster Linie die Erhellung unserer Atmosphäre infolge von Reflexion und Zerstreuung des Sternenlichtes an Staubteilchen, Eiskristallen usw., vielleicht auch an den Luftmolekülen in Frage zu kommen, eine Anschauung, der bereits früher von uns auf Grund von Beobachtungen an der Tübinger Sternwarte Ausdruck gegeben worden ist[1]). Für die weitere Untersuchung stehen zwei Wege offen: Einmal die theoretische Behandlung der Frage, wie sie zu anderem Endzweck von Lord Rayleigh, Lord Kelvin, Chr. Wiener und anderen angewandt wurde; zweitens die direkte Messung der Intensitätsverteilung in der Nachbarschaft von Sternen und Anschluß an die Helligkeit des Gestirns selbst. Dieser letzte Weg bietet allerdings gewisse Schwierigkeiten, da es sich einmal um die Messung von Helligkeitsunterschieden einer Größenordnung (über 10 Größenklassen) handelt, wie solche sonst bei astrophotometrischen Messungen nicht vorzukommen pflegen, des weiteren, weil sich eine direkte Helligkeitsvergleichung der punktförmigen Sterne und ihrer flächenhaften Umgebung nicht ausführen läßt. Dagegen bietet sich der Umweg dar, derartige Messungen an Sonne, Mond oder Planeten mit Hilfe eines geeigneten Flächenphotometers anzustellen und von dem erhaltenen Resultat rechnerisch durch geeignete Differentiation auf das Flächenelement (punktförmigen Stern) überzugehen.

Aus der Literatur sind nur ganz spärliche Helligkeitsvergleichungen der Sonne und ihrer Umgebung bekannt geworden. Eine Notiz von Arago[2]) bezeichnet den Himmelshintergrund neben der Sonne bis zu einem Abstand von einem Sonnendurchmesser rund gleich $^1/_{500}$ ($= 6.75^M$) der Sonnenhelligkeit. Ceraski[3]) findet die Helligkeit der Atmosphäre dicht neben der Sonne (?!) an zwei Tagen um 3.74^M bzw. 3.96^M schwächer als den Sonnenrand.

---

[1]) Vierteljahrschrift d. Astr. Ges. **49**, 217 und Goetz, Veröffentl. d. Sternwarte Oesterberg I, 2. S. 23!24.

[2]) Arago, Qeuvres complètes. **X**, 254.

[3]) Ceraski, Astr. Nachr. **174**, 187.

In einer Dissertation von Diercks[1]) sind Messungen der Atmosphärenhelligkeit in Abständen von 18′ bis zu 7.5° von der Sonne mitgeteilt; die von uns auf Größenklassen umgerechneten Intensitätsverhältnisse zeigen die Intensität des Himmelshintergrundes in diesen Abständen im Mittel um 6.5^{M} bis 7.0^{M} bzw. um ca. 11.0^{M} schwächer als diejenige des Sonnenrandes. Die Formen der Helligkeitsabnahme sind in Gestalt von Kurven und Tabellen der Arbeit beigegeben; in bezug auf Einzelheiten muß auf die Originalabhandlung verwiesen werden. Endlich ist in jüngster Zeit eine größere Messungsreihe von Dorno[2]) bekannt geworden, der mit Hilfe einer Photozelle und Blauuviol-Filter ($\lambda = 430 - 390\ \mu\mu$) die Helligkeit der Atmosphäre in Abständen von 0.3° bis 10.0° vom Sonnenrand mit der Intensität der Sonnenmitte verglichen hat. Auf diese Reihe werden wir weiter unten noch näher eingehen.

Diese Angaben genügen natürlich keineswegs zu einer zahlenmäßigen Bestätigung unserer Anschauung über die Erhellung der Atmosphäre als Ursache der Verbreiterung der Sternscheibchen — sind doch für diesen Zweck die vorliegenden Messungen vielleicht mit einer einzigen Ausnahme (Ceraski) in viel zu großen Abständen vom Sonnenrande angestellt worden —, doch zeigen sie jedenfalls schon, daß selbst in größerer Entfernung vom Sonnenrande der Himmelshintergrund eine ganz beträchtliche Intensität besitzt, die bei weiterer Annäherung an die Sonne noch erheblich steigen wird, so daß jedenfalls in der nächsten Nähe der Gestirne die Erhellung durch diffuse Reflexion einen namhaften Betrag erreichen muß. Ähnliche Messungen am Mond oder an Planeten sind unseres Wissens bisher nicht bekannt geworden.

Um ein geeignetes Material als Unterlage für diese Untersuchungen zu erhalten, wurde in den Jahren 1913 und 1914 an der Sternwarte Oesterberg mit dem Toepferschen Flächenphotometer die Helligkeit des Himmelshintergrundes an den Sonnen- bzw. an den Mondrand angeschlossen; nebenher liefen photographisch-photometrische Untersuchungen mit dem gleichen Endziel. Durch den Ausbruch des Weltkrieges wurde die weitere Ausdehnung dieser Reihen unterbrochen, doch bieten die bis jetzt vorliegenden Messungen mit Hilfe des Flächenphotometers, die sich in Abständen von 5″ bis zu 2.5° vom Rande der betreffenden Gestirne bewegen, bei einer relativ hohen inneren Genauigkeit schon heute ein zuverlässiges Material für derartige Untersuchungen.

In der folgenden Tabelle sind die (nicht ausgeglichenen) Mittelwerte der Helligkeitsunterschiede einer Reihe Punkte der erleuchteten Atmosphäre gegen die zunächst liegende Stelle des Sonnen- bzw. Mondrandes für eine Anzahl ausgesucht klarer Beobachtungstage zusammengestellt. Der Rand des betreffenden Gestirnes wurde stets gleich 0.00^{M} gesetzt, die ausgeblendete Fläche bestand aus einem Quadrat von 5″ Seitenlänge. Da das Photometer, dessen messende Einrichtung auf dem Polarisationsprinzip beruht[1]), nicht gestattet, ein größeres Helligkeitsverhältnis als etwa 4 bis 5 Größenklassen direkt zu messen, so sind auch nur die Werte für 5″ bzw. 26″ Abstand direkt an die betreffenden Ränder angeschlossen; die übrigen Zahlen sind nach Veränderung der Intensität der Vergleichslichtquelle durch Anschluß an diese ersteren Werte gewonnen.

[1]) Diercks, Über die Helligkeit des Himmels in der Nähe der Sonne. Dissertation. Kiel 1912.

[2]) Dorno, Abhandl. d. Preuß. Meteorol. Inst. 1919. Bd. VI, Nr. 303 und Astr. Nachr. **209**, 101.

[1]) Vierteljahrschrift d. Astr. Ges. **46**, 110 und **49**, 189.

Tabelle I.

☉ Abstand	☉ Helligkeit	☾ Abstand	☾ Helligkeit
0° 0′ 0″	0.00M	0° 0′ 0″	0.00M
0 0 5	3.62	0 0 5	5.25
0 0 26	4.25	0 5 0	8.12
0 3 30	4.87	0 10 0	8.58
0 5 45	5.42	0 15 0	8.82
0 11 30	5.70	0 25 0	9.23
0 21 30	6.20	1 25 0	10.89
0 31 30	6.74	2 25 0	11.40
0 41 30	7.09		
0 51 30	7.39		
1 1 30	7.68		
1 31 30	8.25		
2 31 30	8.54		

Schon diese Zahlen zeigen, daß in der Nähe der betreffenden Ränder die Helligkeit eine sehr bedeutende ist, und daß der Helligkeitsabfall zunächst recht steil vor sich geht, um sich dann — genau wie die Intensitätsverteilung in den Sternscheibchen — allmählich abzuflachen. Die folgende graphische Darstellung läßt diesen Helligkeitsabfall deutlicher erkennen.

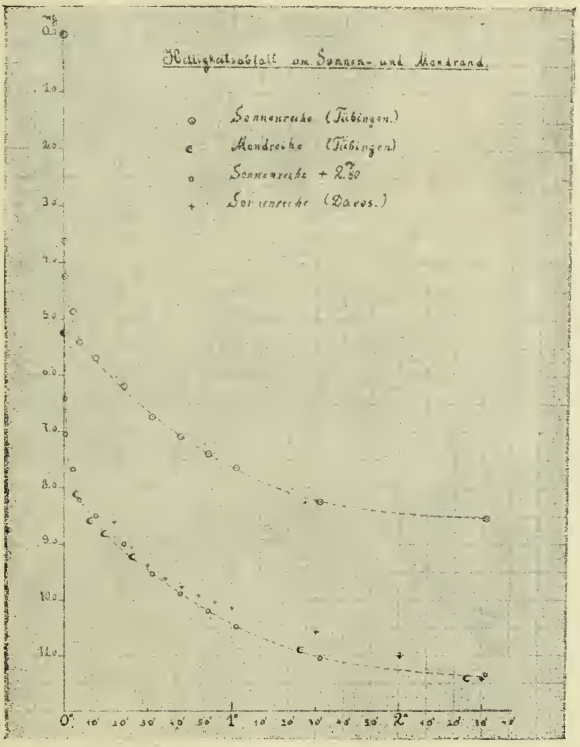


Abb. 2

Die Kurven, die in ihrem glatten Verlauf die innere Sicherheit der Messungen bestätigen, haben eine verblüffende Ähnlichkeit mit der Scheinerschen Kurve des Intensitätsabfalles in den verbreiterten Sternscheibchen. Sehr auffallend erscheint zunächst der starke Unterschied der beiden Reihen für Sonne und Mond ihrem absoluten Betrage nach. Denn da beide Gestirne sehr nahe den gleichen scheinbaren Durchmesser besitzen, so wäre von vornherein auch für beide ein Helligkeitsgefälle von der gleichen Größenordnung zu erwarten gewesen. Diese Unterschiede beruhen allerdings fast ausschließlich auf den ersten Werten der beiden Reihen; vermindern wir nämlich die Helligkeit aller Werte der Sonnenreihe um 2.80M (o in der Abb. 2), so fallen beide Reihen in ihrem weiteren Verlauf völlig zusammen. Dafür aber, daß die beiden ersten Werte der Sonnenreihe durch einen systematischen Fehler entstellt sind, läßt sich ein durchaus wahrscheinlicher einfacher Grund angeben. Bei den Messungen der Sonnenreihe befand sich zwischen dem Fernrohrobjektiv und dem Photometer ein neutralschwarzes Blendglas. Da bei den Messungen in 5″ bzw. 26″ Abstand vom Sonnenrand die Sonne noch im Gesichtsfeld des Fernrohres stand, so hat bei diesen Messungen augenscheinlich auch im Blendglas — ganz ähnlich wie in der Atmospäre — eine diffuse Zerstreuung und Reflexion und damit verbunden in der Nähe des Sonnenrandes eine Erhellung des Untergrundes stattgefunden, welche die Helligkeit der Atmosphäre überlagert; bei den größeren Abständen vom Sonnenrand war das Sonnenbild bereits aus dem Gesichtsfeld des Fernrohres verschwunden, so daß der betreffende Effekt die relativen Helligkeitsunterschiede nicht mehr verfälschen konnte. Bei den Messungen der Mondreihe, für welche das Blendglas in Fortfall kam, konnte dieser Fehler überhaupt nicht entstehen. Wir werden also vermutlich nicht sehr fehlgreifen, wenn wir das Helligkeitsgefälle der Mondreihe, bzw. der um 2.80M verminderten Sonnenreihe, als die wahre Kurve der Atmosphärenhelligkeit in der Umgebung von Gestirnen von der Ausdehnung der Sonne oder des Mondes betrachten.

Es ist von Interesse, mit diesen Zahlen die oben erwähnten photoelektrischen Messungen des Herrn Dorno zu vergleichen. Wenn wir die in den Astr. Nachr. mitgeteilten Intensitätswerte aller Reihen für die Abstände von 0.3° bis zu 2.5° ohne Berücksichtigung der verschiedenen Epochen zu Mittelwerten vereinigen und in astronomische Größenklassen umwandeln, so ergeben sich die in der Tabelle II zusammengestellten Zahlenwerte, welche ebenfalls in die graphische Darstellung (Abb. 2, +) eingetragen sind.

Tabelle II.

Abstand	Intensität	Größenklassen
0.0°	100 000	0.00M
0.3	364.3	8.60
0.4	238.9	9.05
0.5	179.2	9.37
0.6	143.3	9.61
0.7	123.2	9.77
0.8	108.7	9.91
0.9	97.8	10.02
1.0	88.4	10.13
1.5	59.0	10.57
2.0	40.2	10.99
2.5	27.3	11.41

Berücksichtigen wir, daß die Messungen Dornos in der reinen Davoser Luft (1600 *m* Meereshöhe) nach einer völlig anderen Methode angestellt sind und sich auf ein anderes Wellenlängengebiet beziehen, so ist die Übereinstimmung eine erstaunlich gute zu nennen und die Tübinger Reihe gewinnt auch für die sonnennahen Punkte, für welche Vergleichsmessungen nicht vorliegen, an Vertrauenswürdigkeit.

Allerdings dürfte die gute Übereinstimmung der absoluten Beträge wohl in der Hauptsache darauf zurückzuführen sein, daß der Einfluß der reineren Luft und des kürzeren Wellenlängengebietes in entgegengesetztem Sinne wirken und sich gegenseitig nahezu aufheben.

Der Übergang von dem Helligkeitsabfall in der Nachbarschaft eines flächenhaften Gestirnes, wie Sonne oder Mond, auf das Intensitätsgefälle neben einem punktförmigen Stern ist nun nicht ganz einfach. Bei flächenhaften Objekten haben wir es offenbar in der Kurve des Helligkeitsabfalles mit einer Art von Integralkurve zu tun, die durch Überlagerung einer ganzen Anzahl primärer Kurven entstanden gedacht werden muß, deren Ausgangspunkte das ganze Gebiet der leuchtenden Fläche erfüllen; kompliziert wird die Aufgabe noch durch den Umstand, daß weder bei der Sonne, noch beim Mond die Helligkeitsverteilung über die ganze Fläche eine gleichförmige ist. Unter einigen vereinfachenden Annahmen läßt sich jedoch eine ziemlich allgemein anwendbare Lösung des Problems angeben. Da die hierzu erforderlichen Entwicklungen aus dem beabsichtigten Rahmen dieses Aufsatzes herausfallen, so sollen sie an anderer Stelle Platz finden. Soviel übersieht man aber sofort: Der Helligkeitsabfall in der Umgebung eines einzigen leuchtenden Punktes wird steiler sein, als in der Nachbarschaft eines flächenhaften Gestirnes.

Da nach dem Rayleighschen Gesetz bei der Molekulardiffraktion der log. des Betrages der zerstreuten Strahlung mit der 4. Potenz der abnehmenden Wellenlänge zunimmt, so muß für die photographisch wirksame Strahlung die Intensität des diffus zerstreuten Himmelslichtes die visuelle um mehr als eine Größenklasse übersteigen. (Vgl. Veröffentl. d. Sternwarte Oesterberg, l. c. pg. 23).

Es scheint aus dem bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial bereits mit Sicherheit hervorzugehen: Die Atmosphäre zerstreut durchfallendes Licht wie ein trübes Medium nach der Rayleighschen Theorie. In der Nähe der Sterne ist infolge der Erhellung der Atmosphäre durch den genannten Tyndall-Effekt eine Flächenhelligkeit vorhanden, welche der Größenordnung nach ausreichen dürfte, einen großen Teil der Verbreiterung der Sternscheibchen zu erklären; die Kurve der Helligkeitsabnahme ist dabei von einer ganz ähnlichen Form, wie die Kurve der Intensitätsverteilung in den verbreiterten Sternscheibchen. Stellt man die Durchmesser der Sternscheibchen einer Platte, ausgedrückt in Bogenmaß, als Funktion ihrer Helligkeit dar, so erhält man ebenfalls eine Kurve nahe übereinstimmender Gestalt.

Wir denken uns das Zustandekommen der Sternscheibchen, soweit die Erhellung der Atmosphäre daran beteiligt ist, demnach etwa folgendermaßen: Bei gegebener Expositionszeit besitzen die schwächsten auf der Platte sichtbaren Sternchen eine Intensität, welche gerade ausreicht, daß ihre Primärscheibchen, die infolge von sphärischen und chromatischen Bildfehlern in der Regel größer sein werden, als ihre eigentlichen Beugungsscheibchen, den Schwellenwert der Platte um ein weniges übersteigen. Bei Sternen, deren Intensität bis zu vier Größenklassen heller sein kann als bei diesen schwächsten Sternen, dient die

vermehrte Lichtmenge lediglich dazu, eine größere Schwärzung der Primärscheibchen zu erzeugen; eine Verbreiterung der Scheibchen tritt hier noch nicht ein, da der Helligkeitsabfall ein so steiler ist, daß die Intensität schon in der nächsten Nähe des Primärscheibchens unter den Schwellenwert der Platte herabsinkt. Bei noch helleren Sternen beginnt nun allmählich auch die Helligkeit der Umgebung des Sternes auf die Platte zu wirken; solange auch hier noch der Intensitätsabfall so steil vor sich geht, daß ein Helligkeitsgefälle von 3 bis 4 Größenklassen sich auf einer — linear gemessenen — Strecke von weniger als 0.01 *mm* auf der Platte zusammendrängt, erscheinen die Sternscheibchen trotz der allmählich zunehmenden Verbreiterung noch scharf begrenzt. Gelangen wir aber bei steigender Helligkeit der Sterne allmählich in ein Gebiet, für welches in größeren Abständen von dem Primärscheibchen die hier schon recht langsam abnehmende Intensität der erhellten Atmosphäre genügt, eine merkbare Schwärzung auf der Platte zu erzeugen, so tritt jetzt mit zunehmender Helligkeit bei allmählichem Steilerwerden der Durchmesserkurve eine immer stärker anwachsende Unschärfe und Verwaschenheit der Scheibenränder auf. Da es sich um die Abbildung erleuchteter Flächen handelt, so muß ein Objektiv mit großem Öffnungsverhältnis ein schnelleres Anwachsen der in Bogenmaß ausgedrückten Scheibendurchmesser zeigen, als ein solches mit kleinem Öffnungsverhältnis; und gleichzeitig tritt die Unschärfe des Randes bei dem lichtstarken Objektiv früher und in stärkerem Maße auf, als bei dem lichtschwächeren; denn für Objektive kleinen Öffnungsverhältnisses wird derjenige Teil der Atmosphärenhelligkeit, für welche der Helligkeitsabfall flach verläuft, außer bei den allerhellsten Sternen, in der Regel unter dem Schwellenwert bleiben.

An Stelle eines Intensitätszuwachses kann für ein gegebenes Objektiv auch eine Verlängerung der Expositionszeit treten; den Zusammenhang von Lichtgewinn und Expositionsverlängerung liefert das Schwärzungsgesetz photographischer Platten.

Sehr verwickelt werden die Verhältnisse, wenn man Durchmesserkurven miteinander vergleichen muß, die mit Objektiven verschiedener Öffnung und verschiedenen Öffnungsverhältnissen aufgenommen sind. Ganz abgesehen davon, daß der Durchmesser der Primärscheibchen außer durch die Größe des Beugungsbildchens im wesentlichen von dem Korrekturzustand des benutzten Objektivs abhängt, also eine für jedes Objektiv gesondert zu bestimmende Konstante sein wird, ist bekanntlich die Lichtstärke eines Objektivs für die Abbildung punktförmiger Objekte eine Funktion der Öffnung. Die Öffnung und der Korrektionszustand liefern also bei gegebener Expositionszeit ein Maß für die Intensität der schwächsten, noch erscheinenden Sterne; anderseits haben wir aber gesehen, daß die Verbreiterung der Sternscheibchen im wesentlichen von dem Öffnungsverhältnis abhängt; Öffnung und Korrektionszustand des Objektivs können hier nur eine untergeordnete Rolle spielen. Derjenige Teil der Durchmesserkurve, der die schwächsten Sterne berücksichtigt, wird also im wesentlichen durch die Öffnung, derjenige für die helleren Sterne durch das Öffnungsverhältnis beeinflußt. An welcher Stelle der Kurve der eine oder andere Einfluß das Übergewicht gewinnt, ist a priori nicht zu bestimmen. Uns dünkt, daß dieser Punkt bisher nicht genügend berücksichtigt worden ist.

So ist es zweifellos nicht einwandfrei, wenn man, wie Scheiner (l. c.

pg. 221), den Intensitätsabfall innerhalb eines Sternscheibchens in der Weise berechnet, daß man die Helligkeit am Rande der helleren Sternscheibchen gleich der Helligkeit der schwächsten Sterne auf der Platte setzt (Schwellenwert!); handelt es sich doch in dem einen Fall um Flächenhelligkeit, im anderen um Punkthelligkeit, und es ist der Fall denkbar, daß ein kleines Objektiv großen Öffnungsverhältnisses noch die Helligkeit der Atmosphäre in Abständen von dem Stern abbildet, in welchen diese für ein großes Objektiv mit kleinerem Öffnungsverhältnis unter dem Schwellenwert liegt, trotzdem letzteres noch erheblich schwächere Sterne zeigt, als das erstere.

Von diesem Gesichtspunkt aus ist es auch unzweckmäßig, wenn man bei Untersuchungen des Zusammenhanges von Durchmesserkurve und Öffnungsverhältnis gerade das „unterste Intervall von einer Größenklasse für jede Platte" benutzt, wie dies Schiller tut; denn gerade hier wird dieser Zusammenhang verwischt durch die Wirkungen von Objektivöffnung und Korrektionszustand. Vielmehr ist bei derartigen Untersuchungen stets der Verlauf der ganzen Kurve unter Berücksichtigung von Öffnung, Öffnungsverhältnis, Durchmesser der Primärscheibchen (Korrektionszustand) und Expositionszeit in Betracht zu ziehen.

Ein sehr lehrreiches Beispiel für solche Untersuchungen liefern die bereits erwähnten Messungen Schillers an Plejadenaufnahmen, die mit einer Reihe Objektive verschiedener Öffnung ($1^1/_4$ bis 16 Zoll), verschiedenen Öffnungsverhältnisses (1 : 2 bis 1 : 16) und mit Expositionszeiten zwischen 4^m und 300^m erhalten sind. Seine Ergebnisse sind in Form von Kurven niedergelegt, die wir in Abb. 3 wiedergeben.

Zwar entspricht die steilste, mit *m* bezeichnete Kurve dem Objektiv mit dem Öffnungsverhältnis 1 : 2, und die beiden flachsten, mit *a* und *b* bezeichneten gehören zu Instrumenten mit dem Öffnungsverhältnis 1 : 16, genau, wie man es erwartet; für die übrigen Kurven ist der Zusammenhang aber nicht so einfach; was die Einzelheiten anbetrifft, so muß auf die Originalabhandlung verwiesen werden. Es scheint aber auch hier möglich zu sein, unter Berücksichtigung der verschiedenen, oben erwähnten Faktoren, sämtliche Kurven zu einer einzigen zu vereinigen.

Wenn unsere Anschauungen über den Einfluß der Atmosphäre auf die Verbreiterung der Sternscheibchen richtig sind, so ist a priori zu erwarten, daß selbst unter gleichen instrumentellen

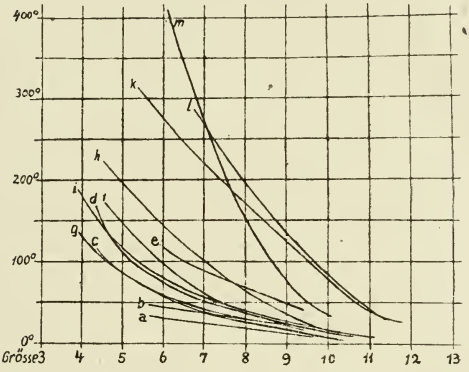


Abb. 3

Bedingungen die Gestalt der Durchmesserkurve mit der Zeit variabel ist, da sowohl die scheinbare Helligkeit der Sterne als auch die Erleuchtung des Untergrundes von dem Zustand der Atmosphäre, bzw. von Zahl und Größe der in der Atmosphäre suspendierten Partikelchen abhängen werden. Beide Einflüsse wirken in entgegengesetztem Sinne auf die Durchmesserkurve ein; denn während bei Vermehrung der Teilchen die Durchmesser infolge der durch wachsende Extinktion verminderten Lichtstärke kleiner werden, wird gleichzeitig die Erhellung des Untergrundes relativ zur Intensität der Primärscheibchen wachsen, und damit eine Ver-

größerung der Durchmesser für die helleren Sterne bedingt sein. Vergleicht man zwei solche Platten miteinander, so ist es also nicht notwendig, daß die Sterndurchmesser einer etwa bei dunstigem Wetter erhaltenen Platte größer sind, als auf der unter sonst gleichen Umständen, aber bei klarem Himmel, erzielten Aufnahme; dagegen wird die Durchmesserkurve der ersten Platte steiler verlaufen, als auf der zweiten. Gleicht man aber den Extinktionsverlust durch eine Expositionsverlängerung aus, in dem Sinne, daß die Sterne einer bestimmten Größenklasse auf beiden Platten die gleichen Durchmesser erreichen, (bzw. daß auf beiden Platten die gleichen schwächsten Sterne erscheinen), so werden dann auch die Durchmesser der helleren Sterne an dem trüben Tag absolut größer ausfallen, als die bei klarer Luft erzielten.

Als Beispiel mögen die beiden Aufnahmen des Oriongürtels dienen (auf Tafel II), von denen die erste bei ungewöhnlich klarer Luft, die zweite bei einem leichten Nebel gewonnen wurde; für beide Aufnahmen diente das gleiche Objektiv, ein Zeißsches Tessar von 82 *mm* Öffnung und dem Öffnungsverhältnis 1 : 4. Die Expositionszeiten betrugen 60^m bzw. zum Ausgleich des Extinktionsverlustes 90^m. Eine Untersuchung am Stereokomparator der Sternwarte Oesterberg ergab in der Tat, daß die schwächsten, auf beiden Platten noch erkennbaren Sterne sehr nahe von der gleichen Größenklasse sind.

Ein Blick auf die beiden Aufnahmen zeigt uns aber sofort, daß in Figur 5 die Durchmesser erheblich schneller mit der Helligkeit der Sterne zunehmen, als auf der anderen Platte, und zwar gilt dies nicht nur für die hellsten Sterne, sondern ist auch für die Sterne mittlerer Helligkeit schon mit freiem Auge ganz unzweideutig zu erkennen. Die Ursache für diese Erscheinung finden wir in der durch den Nebel erheblich vergrößerten Zahl der in der Atmosphäre vorhandenen Teilchen (Wassertröpfchen), an denen Beugung und diffuse Reflexion zustande kommt.

Durch die Gesamtheit der hier besprochenen Erscheinungen dürfte der Einfluß der Atmosphäre auf das Zustandekommen der verbreiterten Sternscheibchen außer Zweifel gestellt sein; es fragt sich nur, inwieweit noch andere Ursachen zur Verbreiterung der Sternscheibchen beitragen. Da ist es zunächst wohl zweifellos, daß die unregelmäßigen Objektivfehler in dem Scheinerschen Sinne wirken werden; auch eine Staub- oder Tauschicht auf den äußeren Flächen des Objektivs oder Staubteilchen innerhalb des Fernrohrs können wie ein trübes Medium wirken und mehr oder weniger an dem Entstehen der verbreiterten Scheibchen beteiligt sein. Alle diese Möglichkeiten müssen in Betracht gezogen werden, erklären aber nur unzulänglich die Abhängigkeit der Durchmesserkurve von dem Öffnungsverhältnis. Unserer Anschauung nach dürfte daher die in der Nachbarschaft der Gestirne zweifellos vorhandene Erhellung der Atmosphäre den Hauptbestandteil der zur Erzeugung der Verbreiterung erforderlichen Lichtmenge liefern.

Damit gewinnen wir aber einen festen Boden für weitere Untersuchungen. Die Zerstreuung des Lichtes in trüben Medien ist der physikalischen Behandlung zugänglich und läßt sich rechnerisch und experimentell verfolgen. Die Aussicht wächst, daß sich eine Formel für die Darstellung des Durchmessergesetzes wird finden lassen, die physikalische Bedeutung besitzt und nicht lediglich als Interpolationsformel benutzt werden darf. Die Konstanten dieser Formel werden infolge des wechselnden Zustandes unserer Atmosphäre

allerdings für jede einzelne Platte mit Hilfe einer Anzahl Sterne bekannter Helligkeit bestimmt werden müssen; dann aber wird es gestattet sein, diese Formel auch zu Extrapolationen auf schwächere Sterne zu benutzen und Helligkeitswerte auch für die schwächsten Sterne zu erhalten, bequemer und genauer, als dies zurzeit möglich ist.

[1127

Die Justierung der Aufstellung eines parallaktisch montierten Instrumentes.

Von Dr. H. H. Kritzinger, Berlin.

Die Frage, wie man am einfachsten ein parallaktisch montiertes Instrument, in den meisten Fällen einen Refraktor, in die für Beobachtungen zweckmäßigste Aufstellung bringt, ist von den Lesern des „Sirius" so häufig an den Herausgeber gerichtet worden, daß ihre Beantwortung nun nicht länger hinausgeschoben werden kann.

Es soll dabei gleich der Versuch gemacht werden, die Bestimmung der sog. „Konstanten der Aufstellung" anzudeuten. Technisch gesprochen handelt es sich hier darum, die Stundenachse oder Polarachse des Instrumentes nicht nur in die Ebene des Meridians zu bringen, sondern sie auch exakt nach dem Pol des Himmels auszurichten. Von dem Hersteller des Instrumentes wird dabei verlangt, daß die Deklinationsachse des Instrumentes so genau als möglich auf der Stundenachse senkrecht steht. Wir setzen auch voraus, daß die Justierung der Fußschrauben — falls solche vorhanden sind — bereits mit Hilfe einer Wasserwage soweit erfolgte, daß größere Korrekturen hier nicht mehr in Frage kommen.

Wir werden nun einen anderen Weg beschreiten, als er etwa von Prof. Weineck in „Weltall" **12**, 317—321 oder von F. Rusch angegeben und daraufhin von vielen Liebhabern verfolgt wurde.

Bestimmung des Meridians.

Zur Aufstellung eines parallaktisch montierten Fernrohrs ist zunächst die Kenntnis der Meridianrichtung notwendig. Diese kann man ohne Uhr mit Hilfe eines Lotes gewinnen, um dessen Fußpunkt eine Reihe konzentrischer Kreise geschlagen sind. Man markiert auf diesen die Punkte, an denen sie vom Schatten eingeschalteter Marken am Lot (kleine Ringe z. B.) getroffen werden. Die Mitten der so gefundenen Sehnen geben, mit dem Zentrum der Kreise verbunden, die Meridianrichtung.

Vielleicht noch einfacher ist es, den Schatten des Lotes im Augenblick des wahren Mittags festzulegen.

Ist die östliche Länge des Beobachtungsortes λ und die des zugehörigen Normalmeridians (z. B. M. E. Z.) λ_0, so ist die Reduktion der Zonenzeit auf Ortszeit „Red." $= \lambda_0 - \lambda$.

Von mittlerer Zeit auf wahre Zeit geht man dadurch über, daß man die „Zeitgleichung" von der mittleren Zeit subtrahiert. Die M. E. Z. des wahren Orts-Mittags ist also:

Wahrer Mittag $= \lambda_0 - \lambda -$ Ztgl.

Dann entnimmt man der Konstruktionszeichnung des betreffenden Stativs die Abstände der drei Fußschrauben und zeichnet auf der Bodenfläche ihre Stellung genau auf. Es empfiehlt sich, die eine Schraube nach Norden zu legen. Dann wird das Instrument auf den so gefundenen Punkten aufgestellt. Die Fußschrauben sollen in beiden Richtungen noch erheblichen Spielraum besitzen.

Einrichten der Achsen.

Mit Hilfe eines Lotes wird dann das Stativ senkrecht gestellt. Darauf wird

die Stundenachse justiert. Man schneidet einen hinreichend großen Pappwinkel gleich der Polhöhe aus, den man wieder mit einem Lot in die richtige Lage bringt und benutzt diesen, um der Stundenachse zunächst nach Augenmaß die richtige Erhebung über dem Horizont zu erteilen.

Astronomische Orientierung.

Wenn die Stundenachse sorgfältig gelagert und der Winkel der Deklinationsachse gegen diese genau gleich 90° gemacht ist usw., hat jetzt der Mechaniker nichts mehr am Instrument zu berichtigen. Es beginnt die astronomische Orientierung desselben.

Unter den dafür in Frage kommenden Methoden ist die einfachste, genaueste und schnellste die von J. Scheiner, die er z. B. in seiner „Photographie der Gestirne" auseinandersetzt[1]).

Bei dieser wird das allmähliche Abweichen des Sternes vom Mittelpunkt des Fadenkreuzes bei gehendem Uhrwerk als Prüfungsmittel benutzt. Die erreichbare Genauigkeit ist so groß, daß man die Fehler praktisch zum Verschwinden bringen kann.

Die im folgenden gebrauchten Bezeichnungen „Achse voran" und „Achse folgt", sind so zu verstehen, daß für einen polwärts vom Instrument aus stehenden und nach Süden blickenden Beobachter, wenn das Fernrohr auf einen Südstern gerichtet ist und seinem Laufe nachgeführt wird, die Deklinationsachse vorangeht, wenn sich das Fernrohr links von dem Stativ befindet. Ist das Fernrohr auf der rechten Seite des Stativs, so zeigt die Deklinationsachse auf einen Punkt am Himmel, der dem eingestellten Stern in Rektaszension folgt. Man nennt diese Lage daher „Achse folgt".

Die Deklination eines Sterns δ ergibt sich, wenn x und y die Koordinaten des Instrumentenpols bezogen auf den Himmelspol sind, folgendermaßen aus den Ablesungen $D + \Delta D_1$ am Instrument, wobei ΔD der Indexfehler ist:

$$\delta = D + \Delta D - x \cos t - y \sin t,$$

x in der Richtung des Meridians nach Süden und y senkrecht dazu nach Westen positiv gerechnet.

Bilden wir die Abhängigkeit der Änderung von D, also der „instrumentellen Deklination" des betreffenden Sternes, von der Änderung des Stundenwinkels:

$$\frac{dD}{dt} = -x \sin t + y \cos t.$$

Im Meridian fällt also der Einfluß von x fort, und es bleibt nur y übrig. In welcher Deklination man den Stern beobachtet, ist zunächst gleichgültig. Mit Rücksicht auf den nicht eliminierbaren Einfluß der Refraktion und der Biegung ist es am besten Zenitsterne zu nehmen.

Die Genauigkeit der Methode läßt sich leicht abschätzen. Wir beobachten im Meridian, wo $\cos t = 1$ ist. y nehmen wir zu 10′ an als Fehler der beiläufigen Aufstellung. Die Zeit, während deren man das Uhrwerk das Fernrohr nachführen läßt, um die Abweichung zu erkennen, sei eine Minute oder $= 900''$. Es ist dann:

$$dD = \text{arc } 10' \cdot 900'' = 2.6''.$$

Dieser Betrag ist bei 280facher Vergrößerung etwa dem Abstand Mizar—Alkor im großen Bären mit unbewaffnetem Auge gesehen gleich, also leicht zu erkennen.

Um y wegzubringen, ist die Azimutschraube des Instrumentes solange zu verstellen, bis der Stern dauernd auf dem Faden bleibt. Nicht alle Instrumente besitzen eine solche Azimutschraube. Gelegentlich muß man sich bei kleineren Stativen damit helfen, daß man diese entsprechend dreht. Natürlich verläßt der Stern während der Verstellung der Schraube den Stundenfaden und muß erst mittelst der Fein-

[1]) Leipzig 1897, S. 99 ff.

bewegungen wieder auf diesen zurückgebracht werden. Es ist wesentlich, daß der Beobachter hierbei Hilfe hat, da dies die Justierung sehr beschleunigt.

Da die Fehler x und y symmetrisch auftreten, so gilt obige Genauigkeitsschätzung ebenso für x. Zur Elimination des Fehlers der Richtung der Polhöhe sind Sterne in Stundenwinkeln $\pm 6^h$ auszuwählen. An sich kommt auch hier die Deklination des Sterns nicht in Frage. Wegen der Refraktion sollte man aber nicht zu weit vom Zenit fortgehen, so daß man auf Sterne in der Nähe des Pols angewiesen bleibt. Zu hohe Deklinationen lassen jedoch den Stern zu langsam laufen, so daß man in praxi nach den Umständen eine zweckmäßig scheinende Wahl treffen muß. Je nach dem Sinn der Abweichung des Sterns vom Fadenkreuz ist dann die Polachse zu verstellen, was durch Heben oder Senken der nördlichen Fußschraube erfolgt.

Im einzelnen erläutert Scheiner folgendermaßen: „Wenn sich der Stern (im umkehrenden Fernrohre) vom Faden gehoben hat, so ist $d\,D$ negativ, und das Nordende der Stundenachse muß von Osten nach Westen verschoben werden. Man wird nun in derselben Weise mit einem Polsterne verfahren, der sich im Stundenwinkel 6^h befindet, und die Korrektion wird man ausführen mit der Schraube, welche die Höhe des Instrumentenpoles ändert. Entfernt sich der Stern vom Deklinationsfaden scheinbar nach Westen, so muß das Nordende der Stundenachse gehoben werden."

Die auf diesem Wege erlangte Orientierung bezieht sich genähert auf den durch Refraktion gehobenen Pol, was, wie J. Scheiner bemerkt, „nur vorteilhaft" ist.

Genaue Ermittelung der einzelnen Fehler.

Vorläufig haben wir bei diesem Verfahren, das auf der Verfolgung der scheinbaren Deklinationsänderung beruht, die übrigen Instrumentenfehler, die „Neigung" der Deklinationsachse gegen die Stundenachse und den „Kollimationsfehler" unberücksichtigt gelassen, weil diese das „Halten der Sterne" nicht beeinträchtigen. Außer diesen müssen wir dann noch die Indexfehler der Kreise ermitteln.

Wir folgen dabei den Ausführungen E. Beckers in seiner Abhandlung: „Mikrometer und mikrometrische Messungen"[1]).

Die Kreise sind so bezeichnet, daß bei „Achse voran" und Einstellung auf die Kulminationshöhe des Äquators beide Kreise auf 0 zeigen. Für positive Stundenwinkel und Deklinationen sollen die Ablesungen mit den Koordinaten wachsen.

Man liest zuerst in der Lage „Achse voran" (A. v.) am Stundenkreis T und am Deklinationskreis D ab. Schlägt man dann das Rohr in die andere Lage „Achse folgt" (A. f.) durch, so seien die Ablesungen T' und D'. Die Indexfehler der Kreise werden ΔT und ΔD genannt.

Der Indexfehler des Deklinationskreises ΔD ist mit Hilfe einer in beiden Lagen eingestellten terrestrischen Marke leicht ohne weiteres zu bestimmen:

$$\Delta D = \frac{D' - D}{2}$$

Dabei ist der Kreis viermal bis 90° beziffert, ΔD ist also die halbe Differenz der Einstellungen in beiden Lagen. Durch Verstellen des Kreises selbst läßt sich ΔD leicht beseitigen.

Entsprechend wird ΔT mit Benutzung eines Äquatorsterns nahe dem Meridian gefunden. ϑ sei die Uhrzeit, ΔU die Uhrkorrektion; α und δ die Koordinaten des Sterns nach der Ephemeride. Dann ist, wobei T und T' die Ablesungen in beiden Lagen bedeuten,

$$\Delta T = \tfrac{1}{2}(\vartheta - T + \vartheta' - T') - (\alpha - \Delta U - 6^h)$$

Bezeichnen x und y (wie oben) die

[1]) Breslau 1899, S. 81 ff.

Koordinaten des Pols der Stundenachse bezogen auf den nördlichen Himmelspol, so findet man zunächst x aus Deklinationsablesungen nahe dem Meridian.

$$x = (\delta + q) - \frac{D + D'}{2}$$

q bedeutet den jeweiligen Einfluß der Refraktion.

Auch zur Bestimmung von y und den Winkeln zwischen den Achsen werden Sterne im Meridian benutzt und zwar diesmal die Durchgangszeiten. Die Winkel i und k sind dabei, wie folgt, definiert:

$90° - i$ ist der Winkel zwischen der positiv nach Norden gerechneten Stundenachse und der positiv nach dem Kreisende gerechneten Deklinationsachse, i ist der „Neigungsfehler". Der Winkel zwischen der Deklinationsachse und der nach dem Objektiv hin positiv gerechneten optischen Achse des Fernrohrs ist $90° - k$, k ist der „Kollimationsfehler". Die Bestimmung dieser Werte hängt hauptsächlich von einer passenden Wahl der Deklinationen der Sterne ab.

Von dem Einfluß der Biegungen der Achsen darf bei kleineren Rohren natürlich abgesehen werden.

Hält man sich streng daran, die Beobachtungen symmetrisch auf den Meridian zu verteilen, so ist:

$$\pm y \operatorname{tg} \delta_1 = \vartheta_1 + \Delta U - \alpha_1 - T_1 - \Delta T + 90°$$
$$\pm y \operatorname{tg} \delta_2 = \vartheta_2 + \Delta U - \alpha_2 - T_2 - \Delta T + 90°$$
$$+ \text{ Ob. Kulm.} \qquad - \text{ Unt. Kulm.}$$

Durch Subtraktion ergibt sich daraus:

$$y\,(\pm \operatorname{tg} \delta_2 \mp \operatorname{tg} \delta_1) =$$
$$(\vartheta_2 - \vartheta_1) - (\alpha_2 - \alpha_1) - (T_2 - T_1)$$

Es kommt also darauf an, für die obere und untere Kulmination (obere bzw. untere Vorzeichen) Sterne in der Nähe des Pols (aber nicht zu dicht dabei) auszusuchen, die einen genügend großen Koeffizienten für y geben.

i und k werden nur zusammen aus den Ablesungen für einen Stern in beiden Lagen erhalten und müssen dann rechnerisch getrennt werden. Setzt man

$$n = \frac{\vartheta' - \vartheta}{2} - \frac{T' - T}{2} + 6^h,$$

so hat man:

$$i \operatorname{tg} \delta - k \sec \delta = n$$

für obere oder untere Kulmination ganz gleichlautend.

Ein Äquatorstern liefert wegen $\operatorname{tg} \delta = 0$ den Wert von k. Ein Polstern, dessen Deklination so hoch ist, daß tang = sec gesetzt werden kann, liefert weiter

$$i - k = n \cos \delta,$$

womit auch i bestimmt ist. Ergeben sich i und k sehr klein, so ist eine genauere Rechnung unter Berücksichtigung der Biegung der Deklinationsachse erforderlich.

Mit Hilfe von α und δ Ursae minoris läßt sich leicht beinahe jederzeit eine günstige Bestimmung von x, y und ΔD ausführen, und zwar ohne genauen Stundenkreis, da man nur Deklinationsablesungen zu machen hat. Die Koordinaten der Sterne sind beiläufig:

α Ursae minoris $AR = 1^h\,27^m$
$D = +88°\,50'$
δ Ursae minoris $AR = 18^h\,1^m$
$D = +86°\,36'$

Wenn der eine kulminiert, steht der andere so, daß in obigen Formeln der Koeffizient für y möglichst groß ist. Man hat nämlich allgemein:

$$(\delta_1 + q_1) = D_1 + \Delta D - x \cos t_1 - y \sin t_1$$
$$(\delta_2 + q_2) = D_2 + \Delta D - x \cos t_2 - y \sin t_2$$

Der in beiden Lagen beobachtete Stern liefert:

$$\Delta D = \frac{D_1' - D_1}{2}$$

so daß x und y aus beiden Gleichungen bestimmt werden können.

Zum Schluß ist zu berücksichtigen, daß wir ja die Biegungen außer Betracht gelassen haben. Bei der Reduktion exakter Mikrometermessungen, wo es auf die Bogenminute im Positionswinkel

ankommt, dürfen diese nicht vernachlässigt werden. Die genaue Bestimmung bereitet jedoch bedeutende Schwierigkeiten. Der Biegungskoeffizient der Deklinationsachse ist allerdings leicht zu bestimmen, dagegen muß man bei der Biegung des Rohres im Auge behalten, daß diese für die Okular- und Objektivhälfte verschieden ist. Außerdem findet eine Torsion des Rohres statt, die ebenfalls die Positionswinkel beeinflußt. Das Praktischste ist es in vielen Fällen, den scheinbaren Parallel direkt zu ermitteln und daraus rechnerisch den wahren Parallel abzuleiten.

Es wird vielleicht zunächst hie und da Bedenken auslösen, daß hier die Anwendung eines Uhrwerks vorausgesetzt wurde. Dies ist jedoch unwesentlich, da man ja auch, allerdings unter Verlust an Genauigkeit, das Rohr nachschieben kann. Man wird in diesem Falle mit einem wesentlich größeren Zeitaufwand bei der Justierung zu rechnen haben.

[1140

Die Beobachtung der astronomischen Strahlenbrechung am Horizont.

Von Prof. Dr. **Carl Wirtz**, Kiel.

1. Die Refraktionsarbeit von J. Bauschinger. Zufällige Fehler am Horizont. — 2. Methode der Sonnendurchmesser. Ein systematischer Fehler. — 3. Beispiel für Beobachtung und Rechnung. Zufällige Fehler, Refraktionsanomalien. — 4. Ein Doppelbildmikrometer zur Durchmesserbestimmung.

1. In den Jahren 1891—1893 hat J. Bauschinger[1]) am Münchener Meridiankreis eine Beobachtungsreihe durchgeführt, deren Ziel eine eingehende Untersuchung aller mit der astronomischen Refraktion verknüpften Fragen bildete. Die Beobachtungen waren so angelegt, daß sich sichere Resultate für die verwickelten Verhältnisse der astronomischen Strahlenbrechung gewinnen ließen und daß die ganze Reihe nach Umfang und innerer Genauigkeit geeignet blieb, jede Frage über Refraktionsvorgänge, soweit sie sich in astronomischen Beobachtungen wiederspiegeln, zu beantworten. Aus der Diskussion des reichen Materials wies Bauschinger damals unter anderm zweierlei nach: 1. die Rolle des Dunstdrucks bei Refraktionsbeobachtungen und die Notwendigkeit seiner Berücksichtigung, 2. eine starke Verminderung der alten Besselschen Refraktionskonstante. Statt dieser Besselschen Konstante 60.44″ benutzen die neueren Refraktionstafeln seitdem die Bauschingersche Konstante 60.15″.

Betrachtet man die Refraktion nur vom Standpunkt des beobachtenden Astronomen, so besteht nicht viel Interesse an ihrer Kenntnis über die Zenitdistanz von 80° hinaus. Genaue Messungen lassen sich in den tiefen atmosphärischen Schichten nicht mehr anstellen, und der Astronom meidet daher die Horizontnähe nach Möglichkeit. Anderseits führen uns aber gerade diese niedrigen Höhen die Wirkung der Refraktion in verstärktem Grade vor und tragen daher auch in hohem Maße zur Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der irdischen Lufthülle bei. Von dem Gesichtspunkte aus gewinnt nun das Studium der Refraktion in den tiefen Schichten am Horizont wieder erhebliches Interesse, und Bauschinger hat daher auch seine Beobachtungen bis in scheinbare Zenitdistanzen von 88.8° ausgedehnt. In ZD größer als 85° liegen 270 Beobachtungen vor. Der Meridiankreis ist auf Sterne angewiesen, die tief am Horizont kulminieren. Ihre

[1]) Neue Annalen d. Sternw. München. Bd. III, 1898.

Sichtbarkeit setzt nicht nur große Klarheit des Himmels voraus — die normale Extinktion bewirkt schon Schwächungen von 3 bis 6 Größenklassen — auch an die Ruhe der Luft werden Anforderungen gestellt, die nur selten erfüllt sind. So sieht man denn einen solchen Stern nur als eine längliche farbige flatternde Lichtfahne, die man, so gut es geht, einstellen muß.

Man erkennt, daß unter diesen Umständen die zufälligen Fehler sehr rasch gegen den Horizont anwachsen und schließlich in gar keiner Beziehung stehen zu der Feinheit des aufgewandten Mittels, des Meridiankreises. Bei Bauschinger erreicht der mittlere Fehler einer Beobachtung in ZD 87.9° den Wert ± 7″, und aus andern mit größeren Mikroskopuniversalen beobachteten Reihen ist bekannt, daß man etwa mit folgenden Fehlerverhältnissen rechnen kann:

Mittlere Fehler in Zenitdistanz.

ZD.	86°	87°	88°	88.5°	88.75°
m.F.	±6″	±8″	±13″	±18″	±24″

2. Wir sehen daraus, daß wir zur Untersuchung dieser Verhältnisse auch kleinere Mittel anwenden können, die innerhalb der Fehlergrenzen bleiben. Ein gutes Spiegelinstrument reicht durchaus zu, ein Spiegelsextant, ein Spiegelkreis oder ein Prismenkreis. Und damit bietet sich sofort eine recht bequeme Methode dar. Wir beobachten die Kontraktion des vertikalen Sonnendurchmessers beim Auf- oder Untergang. Auf die Weise läßt sich die brechende Eigenschaft der tiefsten atmosphärischen Schichten in jahreszeitlich verschiedenen Azimuten der Messung unterwerfen, und bei der Helligkeit des beobachteten Himmelskörpers auch bei Wetterlagen bis tief an den Horizont hinab, wenn Sterne schon längst nicht mehr sichtbar sind. Da ferner die Zusammendrückung des Sonnendurchmessers infolge der Refraktion bis 6′ beträgt, erscheinen die gesuchten Brechungseinflüsse als derber auch an Spiegelinstrumenten hinreichend genau meßbarer Betrag.

Auf die Theorie der Methode, auf die Verbindung der Refraktion in Distanz in einer bestimmten ZD mit der Refraktionskonstante soll nicht eingegangen werden. Wir beschreiben nur kurz, wie man die Beobachtungen anstellt und wie man sie mit der Refraktionstafel vergleichen kann.

Bei größerer Höhe der Sonne, etwa noch bei ZD 85°, stellen wir einige Messungen des horizontalen Sonnendurchmessers an, die uns sowohl den Indexfehler des Instrumentes als auch den instrumentellen Sonnendurchmesser liefern. Es sei hier daran erinnert, daß auch der horizontale Durchmesser von der Strahlenbrechung beeinflußt und zwar, wie alle Distanzen, verkleinert wird. Denn die Refraktion schiebt alle Punkte im Vertikalkreis gegen das Zenit hin, also stets in eine Gegend geringeren Abstandes der Vertikalkreise. Alle Abstände müssen daher scheinbar kleiner gesehen werden. Für den horizontalen Sonnendurchmesser macht das, wie die mathematische Entwicklung lehrt, einen konstanten Betrag von 0.5″ aus. Nur für die tiefen Schichten am Horizont, die uns hier besonders interessieren, zeigt sich, daß dort der Horizontaldurchmesser ungeändert bleibt, ja sogar in ZD 90° um ein Geringes (kaum 0.1″) vergrößert wird. Im ganzen darf für uns der Horizontaldurchmesser als unabhängig von der Refraktion gelten.

Sinkt dann die Sonne auf ZD 87° herab, so beginnen bei senkrecht gehaltenem Instrument die Beobachtungen des vertikalen Sonnendurchmessers. Man stellt wechselseitig die beiden Ränder ein und notiert die Zeit auf die Sekunde genau. Je zwei aufeinander folgende Beobachtungen ergeben einen Sonnendurchmesser, der bei

raschem Arbeiten ohne merklichen Fehler als für das Mittel der beiden zugehörigen Zeiten gültig betrachtet werden darf. Die Messungen werden bis zum Verschwinden des unteren Sonnenrandes fortgesetzt. Die Ablesungen von Barometer und Thermometer vollenden die Beobachtungsreihe.

Es ist wichtig zu wissen, welche Genauigkeit erreicht wird. Sind etwa systematische Fehlerwirkungen vorhanden? Ja. In der nicht genau gelungenen Vertikalhaltung des Spiegelinstrumentes, sei es aus freier Hand, sei es auf einem Stativ. Eine Abweichung von der Vertikalen zieht immer eine Vergrößerung des gemessenen Durchmessers nach sich, doch lehrt eine nähere Untersuchung, daß der zu befürchtende Betrag gegenüber den zufälligen Fehlern verschwindet. Nehmen wir die große ZD 89.5° an, so würde eine Kippung der Sextantenebene von 3.5° erst 1″ Fehler verursachen und auch bei 5° stiege er nur auf 2″ im Sonnendurchmesser. Das sind aber Neigungen, die gar nicht vorkommen können. Einen Kippungsfehler dürfen wir demnach außer acht lassen.

3. An einem Beispiel soll die Beobachtung und die erste Phase der Reduktion, die Vergleichung mit der Refraktionstafel, erläutert werden.

Die Beobachtungen sind von Dr. Hellerich auf der Kieler Sternwarte an einem Spiegelkreise auf Stativ angestellt, der 20″ Ablesung gab und ein Fernrohr von 14 *mm* Objektivöffnung und 15 facher Vergrößerung besaß. Kurz vor Beginn der Untergangsreihe wurde der Horizontaldurchmesser der Sonne bestimmt zu 31′ 55″, in befriedigender Übereinstimmung mit dem Berliner Jahrbuch, das 31′ 49.0″ gibt.

Darauf beobachtete Dr. Hellerich die folgenden 15 vertikalen Sonnendurchmesser $D_\odot$, denen sofort das Resultat der gleich zu erläuternden Rechnung hinzugefügt ist. Die Durchmesser folgen in Intervallen von durchschnittlich 1.4^m aufeinander, und jeder Durchmesser beruht auf 2 Ränderbeobachtungen.

Beobachtungen des vertikalen Sonnendurchmessers $D_\odot$. 1919 September 15.
Kiel $\varphi = 54°20'29''$ $\lambda\ 0^h40^m35.6^s$ ö. Gr.
Bar. 764.6 *mm*, Therm. + 13.9°

M. Z. Greenwich	Beob. $D_\odot$	Berechn. $D_\odot$	B—R
$5^h\,13^m\,44^s$	30′ 20″	30′ 17″	+ 3″
15 36	30 0	30 7	— 7
17 9	30 0	29 58	+ 2
18 22	30 10	29 51	+ 19
19 52	30 10	29 41	+ 29
21 56	29 40	29 26	+ 14
23 22	29 10	29 14	— 4
24 59	28 50	28 59	— 9
26 26	28 40	28 44	— 4
27 56	28 40	28 27	+ 13
29 22	28 0	28 9	— 9
31 4	27 40	27 47	— 7
32 34	27 20	27 24	— 4
33 52	26 20	27 4	— 44
35 12	25 50	26 41	— 51

Die Rechnung legt man, wenn längere Reihen zustande gekommen sind, am bequemsten tabellarisch an. Zunächst die Ableitung der wahren, für den Beobachtungsort gültigen, mit Parallaxe behafteten (topozentrischen) ZD, Intervall 10^m Zeit, interpoliert in die Mitte von 5^m zu 5^m. Fünf logarithmische Stellen reichen mehr als zu, da sie die ZD in den niedrigen Höhen mindestens auf 0.3″ geben. Dann Addition und Subtraktion des Sonnenradius (15.91′), wodurch für jeden Zeitpunkt die wahre ZD des Ober- und Unterrandes hervorgeht. Für diese beiden ZD muß man nun die Refraktion berechnen. Hier geschah das nach den Refraktionstafeln in Wirtz' Tafeln und Formeln[1]). Da die Refraktionstafeln mit dem Argument scheinbare ZD eingerichtet zu sein pflegen, kommt man erst in einigen Näherungen zum Ziel, die aber mit der

[1]) C. Wirtz, Tafeln und Formeln aus Astronomie und Geodaesie. Berlin 1918, J. Springer.

angeführten Tafelsammlung leicht erledigt werden, weil dort eine Hilfstafel sich findet, die mit der wahren ZD die mittlere Refraktion angibt. Man hat so gleich einen guten Ausgangswert. Der Unterschied der Refraktionen für Ober- und Unterrand ist die Kontraktion des vertikalen Sonnendurchmessers. Bringt man die Kontraktion negativ an den Sonnendurchmesser der Ephemeride (31′49.0″) an, so erhält man schließlich den gesuchten scheinbaren Durchmesser der Sonne, der mit der Messung verglichen werden kann.

Die folgende kleine Tabelle führt die Stadien der Rechnung vor. Die genäherte scheinbare ZD ist der Übersicht wegen beigefügt; man braucht sie zur Rechnung nicht. Die Kontraktion wurde aus der Tabelle mit zweiten Differenzen für die Beobachtungszeiten interpoliert. Deklination $\delta_{\odot}$, Zeitgleichung ζ, Horizontalparallaxe $\pi_{\odot}$ sind ebenfalls angegeben.

wird aber in Wahrheit noch kleiner sein. Manche Differenzen gehen auf Refraktionsanomalien zurück, ganz sicher die beiden letzten, die gemessen sind, als der Sonnenunterrand im Horizont stand. Ja, es können ganz überraschend große Abweichungen auftreten, wie schon durch die zuweilen merkwürdig deformierte Figur der Sonnenscheibe beim Untergang nahegelegt wird.

Die Kenntnis dieser Anomalien ist von großer Bedeutung. Sie erlaubt weitreichende qualitative Schlüsse über die Existenz und ungefähre Anordnung von Unstetigkeitsflächen in unserer Lufthülle, gleichgültig, auf welche Vorgänge deren Ursprung zurückzuführen ist.

Man kann sich vorstellen, daß derartige längere Reihen von Sonnendurchmessern, die jeweils bei etwa 87° ZD beginnen und bis zum Untergang durchgeführt werden, ein erwünschtes ergänzendes Material für die Refraktion am Horizont bilden.

Zur Berechnung des vertikalen Sonnendurchmessers 1919 Sept. 15.

M. Z. Greenwich	Wahre topoz. ZD	Genäherte scheinb. ZD	Kontraktion des ⊙ Dm	$\delta_{\odot}$	ζ
5h 10m	86° 39.28′	86° 26′	1′ 16″	+3° 15′ 17″	−4m 34.6s
			23		
15	87 23.09	87 8	1 39		
			30		
20	88 6.85	87 49	2 9		
			41		
25	88 50.56	88 30	2 50		
			58		
30	89 34.22	89 8	3 48		
			76		
35	90 17.81	89 46	5 4	+3 14 53	−4 35.0
				$R_{\odot}$ = 15′ 54.5″	$\pi_{\odot}$ = 8.8″

Faßt man die Widersprüche (B—R) in der ersten Tabelle als Beobachtungsfehler auf — mit Ausnahme der beiden letzten Differenzen — so finden wir daraus den mittleren Fehler eines einzelnen Durchmessers zu ± 12.6″. Ein befriedigend kleiner Betrag, auch verglichen mit den an Meridiankreisen und Universalen gefundenen m. F. für Sternbeobachtungen. Der zufällige m. F.

4. Eine weit größere Genauigkeit in der Durchmesserbestimmung der Sonne würde man erzielen, könnte man statt eines Spiegelinstrumentes den früher in der Marine benutzten sog. Distanzmesser nach Schaub[1]) ver-

[1]) Reichsmarineamt, Handb. d. naut. Instrum. 2. Aufl. Berlin 1890, Mittler & Sohn. S. 354.

wenden. Es ist dies nichts anderes als ein Fernrohr mit zerschnittenem Objektiv von 33 *mm* Öffnung, 37 *cm* Brennweite und 20facher Vergrößerung. Durchaus ein kleines Heliometer Fraunhofer scher Konstruktion, das so wieder zu seinem ursprünglichen Zweck zurückkehrt. Verfasser hat mit einem solchen kleinen in freier Hand gehaltenen Apparat mit gutem Erfolg eine Mondfinsternis mikrometrisch beobachtet[1]), und es scheint mir zweifellos, daß der mittlere Fehler eines Sonnendurchmessers 2″ gewiß nicht überstiege. Für astronomische Zwecke müßte der „Distanzmesser" noch ausgestattet werden mit einem Stativ, in dessen Wiege das Fernrohr um seine optische Achse gedreht werden kann, mit einer Skala zur Ablesung der Okularstellung und mit einem groben Fadenquadrat in der Brennebene, um die Akkomodation des Auges unter steter Kontrolle zu halten.

Bei allen derartigen Beobachtungen ist es nicht mit einer einzelnen Messung getan, man muß vielmehr danach trachten, die Messungen über alle meteorologischen Zustände der Atmosphäre zu verteilen, so daß die Extreme des Luftdrucks ebensowohl vertreten sind wie die Extreme der Temperatur. Erst dann wird die Wissenschaft vollen Nutzen ziehen aus der aufgewandten Arbeit.

[1108

[1]) Astr. Nachr. 205, 1917, S. 35; Sirius 52, 1918, S. 151.

Die Verwendung von Spiegelprismen bei Meridiankreismessungen.

Von Dr. **K. Schiller**, Bensheim a. B.

Mit 4 Abb. im Text.

Zwei starr miteinander verbundene Planspiegel, die sich unter einem Winkel α schneiden, haben die Eigenschaft, Lichtstrahlen so zu reflektieren, daß der einfallende und der reflektierte Strahl immer einen Winkel $180° - 2\alpha$ bilden, solange die Reflexion an beiden Spiegeln stattfindet. Dieser Reflexionswinkel ist unabhängig von der Stellung des Spiegelpaares, solange die Schnittgrade der beiden Spiegelflächen der Richtung nach unverändert bleibt, und der einfallende Strahl in einer Ebene liegt, die senkrecht auf dieser Schnittlinie steht. In diesem Falle liegt auch der reflektierte Strahl in derselben Ebene.

Von dieser Eigenschaft der Reflexion unter konstantem Winkel hat man vielfach Anwendung gemacht. In neuerer Zeit hat man, um die Konstanz des Winkels α noch zu vergrößern, die beiden Spiegel so konstruiert, daß die spiegelnden Flächen demselben Glaskörper angehören. Dies hat bei den Spiegeln, bei denen der Winkel α hinreichend groß ist, den Vorteil, daß man bei größerer optischer Dichte des Glaskörpers als die der Umgebung, von dem Belag der spiegelnden Flächen absehen kann, da sie totalreflektierend wirken, und daß man dem Körper eine solche Gestalt geben kann, daß ihn der einfallende und der reflektierte Strahl unter gleichem Winkel bei der Eintritts- wie bei der Austrittsstelle treffen.

Unter diesen Winkelspiegeln sind am gebräuchlichsten diejenigen mit $\alpha = 45°$ und $\alpha = 90°$. Der erste ist unter der Bezeichnung Winkelprisma, der andere als Triederprisma im Handel; beim ersten (Fig. 1) findet die Reflexion unter einem Winkel von nahezu 90°, beim letzten (Fig. 2) unter 180° statt. Eine Kombination von zwei Winkelprismen kann ein Triederprisma ersetzen, sie hat unter Umständen den Vorteil, daß man den einfallenden und den reflektierten Strahl beliebig weit voneinander trennen

kann; doch können hierzu, wenn es sich um geringere Dimensionen handelt, mit Vorteil auch die Spiegelprismen benutzt werden, die man als Triederprismen mit fehlender Ecke ansehen kann. Da es praktisch unmöglich ist, die gewünschten Winkel von 90° und 180° genau zu erzeugen, so ist es immer nötig, den Reflexionswinkel für jeden Apparat zu bestimmen. Dies läßt sich mit physikalischen Methoden leicht ausführen u. zw. mit jedem Grad der Genauigkeit, da es sich um die Messung von Winkeln von nahezu ein oder zwei Rechten handelt.

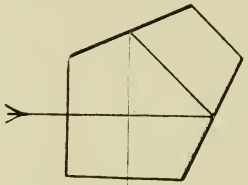


Fig 1

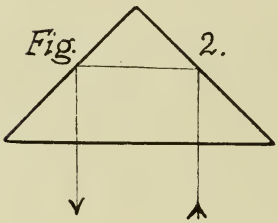


Fig. 2.

Diese beiden Reflexionsinstrumente lassen sich vielleicht bei atsronomischen Winkelmessungen verwenden, wenn es sich darum handelt, die Beobachtungsbedingungen zu variieren. Dies ist namentlich bei den exakten Winkelmessungen am Meridiankreis sehr wünschenswert. Daher lassen sich einige Anwendungen vorschlagen, die als Ergänzung der bisherigen Hilfsmittel zur Bestimmung einiger wichtiger Konstanten des Instruments dienen können.

1. Apparat zur Bestimmung der Achsenneigung.

Zur Bestimmung der Neigung der Achse dient entweder der Quecksilberhorizont oder die Libelle. Mit dem Horizont lassen sich die Bestimmungen nur in der Nadirstellung des Rohrs ausführen. Das Hängeniveau kann auch nicht in allen Stellungen angewandt werden. Folgende Einrichtung gestattet die Neigung in jeder Lage zu bestimmen. Die Achsen der modernen Durchgangsinstrumente lassen sich leicht als Kollimatoren ausbilden. Setzt man vor das Objektiv des Kollimators *O* ein Winkelprisma (Fig. 3), das die Strahlen vom

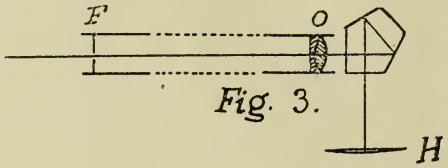


Fig. 3.

Kollimator senkrecht nach unten in einen Quecksilberhorizont *H* sendet, so werden diese dort reflektiert und auf demselben Wege in den Kollimator zurückgeworfen. Nehmen wir den idealen Fall, daß die Absehenslinie des Kollimators, die in der Brennebene des Objektivs am Ende des Achsenrohrs durch eine Marke (Fadenkreuz, Strichplatte) bezeichnet sei, genau der Umdrehungsachse des Instruments entspräche, ferner daß sie genau horizontal liege und daß der Reflexionswinkel des Prismas genau 90° sei, so wird sich die Marke mit ihrem Bild im Quecksilberhorizont decken. Eine Neigung der Achse wird sich durch eine Änderung der Lage des Markenbildes gegen die Marke kundtun und durch Messung der Distanz zwischen beiden läßt sich die Achsenneigung bestimmen. Eine Drehung des Winkelprismas um die Schnittlinie der Spiegelflächen ist dabei ganz ohne Einfluß.

Natürlich wird man die so ermittelte Neigung mit derjenigen, die sich aus der Beobachtung des Nadirspiegels ergibt, stets vergleichen, um einer Änderung der Kollimationslinie in der Achse Rechnung zu tragen. Die Neigung läßt

sich aber in jeder Stellung des Rohrs bestimmen.

2. Bestimmung der Biegung des Hauptfernrohrs im Horizont. Stellt man den Winkelspiegel mit dem darunter befindlichen Quecksilberspiegel vor das Hauptfernrohr eines Meridiankreises in der Horizontalstellung, so erhält man durch Autokollimation die Kreisablesung für die Nadirdistanz, die dem Reflexionswinkel des Winkelspiegels entspricht. Ist also dieser Reflexionswinkel auf anderem Wege scharf ermittelt, so läßt sich aus der Differenz des Winkels gegen den aus der Messung der Nadirdistanz bei der Autokollimation der Betrag des Biegungskoeffizienten im Horizont bestimmen. Den Nadirpunkt des Kreises braucht man nicht zu kennen, wenn man die Messung sowohl auf der Nord- wie auf der Südseite vornimmt.

3. Den modernsten Meridiankreisen sind außer den Quecksilberspiegeln im Nadir auch Zenitspiegel beigegeben. Sie bestehen aus einer ebenen Spiegelplatte, deren reflektierende Schicht nach unten gerichtet ist. Dieser Spiegel wird durch Schwimmen auf einem ringförmigen Quecksilberbad horizontal gehalten. Diese Einrichtungen kommen aber wenig zur Anwendung: es ist schwierig, die schwimmende Platte absolut zur Ruhe zu bringen, ferner ergeben Luftblasen und Fremdkörper zwischen Platte und Quecksilber Abweichungen von der Horizontalität des Spiegels. Die Fehler, die sich daraus ergeben, lassen sich auch durch Wiederholung der Messung nach Drehung des Spiegels in seiner Ebene nicht streng eliminieren. Durch Vorsetzen eines Triederprismas vor das Objektiv (Fig. 4) werden die Strahlen parallel zur Fernrohrachse, aber seitlich verschoben zurückgesandt. Bringt man bei Zenitstellung des Fernrohrs in der Nähe des Objektivs *O* einen Quecksilberhorizont *H* an, darüber ein Triederprisma *T*, so daß die eine Hälfte der Hypotenusenfläche den Quecksilberspiegel, die andere das Objektiv bedeckt, so ist es möglich, wie leicht einzusehen ist, die Methoden der

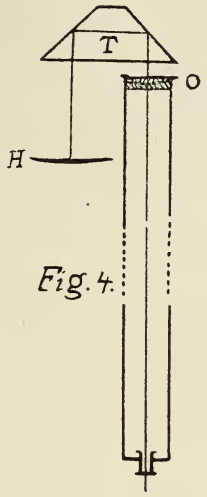


Fig. 4.

Autokollimation zur Anwendung zu bringen. Die Abweichung des Reflexionswinkels von 180° läßt sich durch eine Drehung der ganzen Anordnung um 2 Rechte unschädlich machen.

Die Anordnung könnte auch so getroffen werden, wie es von der Firma Carl Zeiß bei einem Apparat geschehen ist, der dazu dient, bei Geschützen die Richtung der Visierlinie mit derjenigen der Seelenachse zu vergleichen (Deutsche Patentschrift Nr. 216 896). Die Umkehr des Strahles wird hier durch die Kombination zweier gleichschenkliger rechtwinkliger Prismen erreicht, von denen das eine eine ebene, das andere eine dachförmige Hypotenusenfläche besitzt.

4. Mit Hilfe von Triederspiegeln läßt sich auch die praktische Entfernung von Meridianmiren beliebig vergrössern, während die tatsächliche Entfernung klein gehalten werden kann, indem man den von der Mire kommenden Strahl öfters hin- und herschickt. Die Miren müssen in diesem Falle allerdings so hoch angelegt sein, daß das Instru-

ment dem Lichtstrahl bei seinem Hin- und Hergang nicht im Wege ist. Als besonderer Vorteil muß erwähnt werden, daß die Unruhe der Luft nur in den einfachen Weg zwischen Mire und Instrument eingeht, sich jedoch auf den übrigen Wegstrecken beim Hin- und Rücklauf wieder aufhebt.

5. Zum Schluß mag noch eine Anwendung des Winkelspiegels erwähnt werden, die es gestattet, den Betrag der Saalrefraktion direkt zu bestimmen. Nimmt man an, daß diese Abweichung von der normalen Strahlenbrechung, die durch die Besonderheit der Temperaturschichtung im Saal zustande kommt, auf der Nord- und der Südseite des Instruments in gleichen Zenitdistanzen denselben Betrag hat, was im allgemeinen nur genähert zutrifft, so läßt sich ein und derselbe Stern in zwei verschiedenen Stellungen des Fernrohrs, einmal, wie gewöhnlich, direkt, das andere Mal nach Reflexion der Strahlen um 90° in einem Winkelspiegel beobachten. Ist der Spiegel außerhalb des Saales, also etwa über dem Spalt angebracht, so wirkt die Saalrefraktion bei beiden Beobachtungen in entgegengesetztem Sinne, da die Strahlen von verschiedenen Seiten des Scheitelpunkts herkommen, aber mit ungleichen absoluten Beträgen. Nur wenn die Zenitdistanz der Sterne nahezu 45° beträgt, dürfte dieser Betrag der Saalrefraktion nahezu gleich ausfallen. Vor allem dürften sich zu solchen Beobachtungen in unseren Breiten Sterne in der Nähe des Pols wegen ihrer langsamen Bewegung eignen.

Von diesen Vorschlägen dürfte wohl der erste zur Ermittlung der Achsenneigung am leichtesten ausführbar sein, ebenso auch der Zenitspiegel, wenn man nur über ein Prisma von ausreichender Größe verfügt. Was die Verwendung dieses Spiegelprinzips für die Miren anlangt, so muß erwähnt werden, daß schon im Jahre 1906 von Prof. Knopf in Jena eine ähnliche Einrichtung gezeigt wurde. Dort war anstelle der Mire ein Triederspiegel (Glaskörper mit drei aufeinander senkrecht stehenden ebenen Spiegeln) aufgestellt, während die Mire selbst am Instrumentenpfeiler angebracht war. Im Fernrohr war das Spiegelbild dieser Mire gut sichtbar. Durch diese Anordnung war aber das wichtige Prinzip der Unabhängigkeit von Instrument und Mire aufgegeben worden und die Brauchbarkeit sehr in Frage gestellt. Zur Bestimmung der Saalrefraktion muß der Spiegel möglichst weit außerhalb des Spaltes aufgestellt werden, da die die normale Refraktion störenden Schichten wahrscheinlich schon in größerer Entfernung vom Gebäude beginnen.

Die Verwendung solcher Spiegelprismen dürfte sonst kaum auf große technische Schwierigkeiten stoßen. Am mühsamsten wird die Beschaffung genügend großer Glaskörper, die die ganze Objektivöffnung auszunutzen gestatten und die Herstellung entsprechender Planflächen sein. Über die Konstanz der Schnittwinkel der Spiegelflächen mit der Zeit, der Temperatur und der Lage des Glaskörpers zur Richtung der Schwere liegen bis jetzt noch keine Untersuchungen vor. [1131]

Die Albedo der Planeten und ihrer Begleiter.

In Ap. J. **43**, 3, S. 173 ff. behandelt Henry Norris Russel im Anschluß an photometrische Messungen die Frage nach der Albedo oder Reflexionsfähigkeit der Planeten und Satelliten. Er geht von den verschiedenen Definitionen dieses schwierig zu erfassenden Begriffes und der Theorie ihrer Ermittlung aus.

Nach Lambert versteht man unter der Albedo (Weiße = Grad der „Weißtönung") einer diffus reflektierenden Oberfläche das Verhältnis der von einem Flächenelement diffus nach allen Richtungen reflektierten Lichtmenge zur auffallenden. Nach Lambert sollte dies Verhältnis vom Einfallswinkel unabhängig sein. Seeliger zeigte jedoch, daß dies aus theoretischen und praktischen Gründen nicht der Fall ist. Glücklicherweise sind wenigstens für einige Planeten die Helligkeiten für verschiedene Phasen bekannt, so daß daraus empirische Unterlagen zur Erforschung dieser Gesetze gewonnen werden können. Russel schließt sich bei seinen Untersuchungen an die von Bond 1861 gegebene Definition der Albedo A an: „Die Kugel S werde mit parallelem Licht bestrahlt. Dann ist ihre Albedo A das Verhältnis der ganzen von S reflektierten Lichtmenge zu der einfallenden." Mathematisch läßt sich A in einen Faktor p und ein Integral q zerlegen, das aus den Beobachtungen zu bestimmen ist. Der Faktor p nimmt die einfache Form an:

$$\log p = -0.4\,(g + 0{,}15) - 2\log \sigma_1$$

Dabei bedeutet σ_1 den Planetenradius in Bogensekunden und g seine Sternhelligkeit bei voll erleuchteter Scheibe (Helligkeit der Sonne zu —26.72M Harvard angenommen), beide bezogen auf die Einheit der Entfernung von Sonne und Erde. Theoretisch ergibt sich für das Integral nach der Theorie von Lambert der Wert 1.5, nach Lommel-Seeliger 1.6366 und nach Euler 2.0. Praktisch kann der Wert des Integrals durch mechanische Quadratur mit Extrapolation für die Gegend nahe der unteren Konjunktion für Venus, Mond und Merkur aus den Beobachtungen gefunden werden. Abgesehen von großen Abweichungen bei kleinen Phasenwinkeln und beim Eulerschen Gesetz stimmen für 50° Phase Lambert und Seeliger bis auf etwa 7% mit den Beobachtungen überein, wenn man für das Integral den Wert 2.20 wählt. Bei Mars kommt man praktisch etwa bis zu dieser Phase herunter (47°), bei helleren Asteroiden etwa bis 20° oder 30°.

Die zweite Hauptfrage betrifft die Sternhelligkeit der Erde. Zu ihrer Bestimmung kommen allein Messungen des vom Monde reflektierten Erdlichtes in Frage, mit denen sich besonders Very beschäftigt hat. Daraus ergibt sich nach Russels Bearbeitung, daß die mittlere „Voll-Erde" vom Mond aus gesehen 10.2M lichtschwächer als die Sonne ist, also der —16.5 Sterngröße entspricht. Die Erde erscheint dem Monde also 40mal heller als der Mond uns. Die Sternhelligkeit der Erde von der Sonne aus gesehen würde —3.5M entsprechen und von der Venus aus gesehen bei der größten Annäherung —6.3M erreichen.

Russel untersucht neben photometrischen Helligkeitsmessungen auch photographische, nach welchen der Erdschein halb so hell ist als bei optischen Messungen. Dabei ist aber das Verhalten der betreffenden Plattensorte für das zu überbrückende große Helligkeitsintervall und für die verschiedenen Farben noch nicht gebührend berücksichtigt. Very, Slipher und Tikhoff stimmen hinsichtlich des Ergebnisses ihrer Farbenbestimmungen darin überein, daß die Erde blauer als gewöhnliches Mondlicht ist. Nach Tikhoffs Intensitätsbestimmungen ist anzunehmen, daß die photographische Albedo der Erde nur etwa 40% der optischen beträgt. Damit wären die zunächst widersprechenden Ergebnisse vollkommen in Einklang gebracht.

Im Anschluß daran wird eine Übersicht der Resultate gegeben, der wir folgendes entnehmen: Die Sterngröße der Sonne beträgt in der Harvard-Skala —26.72M ±0.04 visuell und —25.93M photographisch. Der Farbenindex ist

mithin $+0.79^M$ (G-Stern). Die Reduktion der Müller schen Planetenhelligkeiten (ausgenommen Uranus und Neptun, die unverändert bleiben) erfolgt durch Anbringen einer Korrektion von -0.06^M. Die Farbenindices werden dann folgende: Venus $+0.78^M$, Mars $+1.38^M$, Jupiter $+0.50^M$ und Saturn $+1.12^M$. — Der Vollmond ist 8.7mal so hell als das Erste Viertel und 10.0mal so hell als das Letzte Viertel. Die visuelle Mondhelligkeit dürfte zu -12.55 ± 0.07^M anzunehmen sein und die photographische zu —11.37. Der Farbenindex wäre mithin $+1.18^M$. Dies Ergebnis stimmt mit den Untersuchungen von Wilsing und Scheiner überein, welche zeigen, daß das Mondlicht entschieden röter als Sonnenlicht ist.

Zur Umrechnung dieser Zahlen auf irdische Maßeinheiten wird die Helligkeit der Sonne im Zenit zu 103 000 Meterkerzen angegeben, die des Vollmondes zu nur 0.24 MK. Eine Normalmeterkerze von mittlerer Farbe der Sterne würde etwa der —14.18 Größenklasse entsprechen.

Folgende Übersicht faßt auch die Ergebnisse betreffend die Kleinen Planeten zusammen:

Gestirn	m_0	g	Radius	p	q	Albedo visuell
Mond	−12 55	+0.40	2 40″	0.105	0.694	0.073
Merkur	− 2 94	−0.88	3 45	0.164	0.42	0.069
Venus	− 4.77	−4.06	8 55	0.492	1.20	0.59
Mars	− 1.85	−1.36	4.67	0.139	1.11	0.154
Jupiter	− 2 29	−8.99	95.23	0.375	1.5:	0 56:
Saturn	+ 0.89	−8.67	77.95	0.420	1.5:	0.63:
Uranus	+ 5 74	−6.98	36.0	0.42	1.5:	0.63:
Neptun	+ 7.65	−7.06	34.5	0.49	1.5:	0.73:
Ceres	+ 7.15	+3.70	0.53	0.10	0 55:	0.06:
Pallas	+ 7.84	+4.38	0.34	0.13	0 55:	0.07:
Juno	+ 8.95	+5.74	0.14	0.22	0.55:	0.12:
Vesta	+ 6.04	+3.50	0 27	0.48	0.55:	0.26:
Satelliten Jupiter I	+ 5.54	−1.16	2.38	0.46	1.5:	0.69:
Satelliten „ II	+ 5.69	−1.01	2·08	0·51	1.5:	0.76:
Satelliten „ III	+ 5.08	−1.62	3.62	0.30	1.5:	0.45:
Satelliten „ IV	+ 6.26	−0.44	3.49	0.11	1.5:	0.16:
Titan	+ 8 30	−1.26	2·9	0.33	1 5	0.50
Erde	—	−3 46	8 79	0 27	1 64	[0 45]

An photographischen Albedines wären nachzutragen für Mond 0.051, Venus 0.60, Erde 0.6, Mars 0.090, Jupiter 0.73: und Saturn 0.47:. m_0 bezeichnet die Sterngröße unter mittleren Oppositionsbedingungen, bei Merkur und Venus bei voll erleuchteter Scheibe in mittlerer Entfernung von der Sonne und der Einheitsentfernung (Erdbahnhalbachse) von der Erde, g die entsprechende Sterngröße für die Einheitsentfernung von Sonne und Erde. Der Radius gilt ebenfalls für die Einheitsentfernung. p und q sind die beiden Faktoren, deren Produkt die Albedo A ist. p wurde oben bereits durch eine Formel definiert.

Den Schluß der Abhandlung bilden einige Bemerkungen zur physikalischen Deutung dieser Zahlen. Die Definition der Bondschen Albedo läßt diese Werte besonders geeignet zur Berechnung der wahrscheinlichen Oberflächentemperaturen der Gestirne erscheinen. In ähnlicher Weise eignen sich die Werte der p

zur Abschätzung der Durchmesser von Satelliten und Kleinen Planeten, von denen nur die Oppositionshelligkeiten gemessen sind. Auch für terrestrische Vergleichsobjekte kommen sie in Frage. Hinsichtlich des Mondes bleibt jedoch besonders zu erwägen, daß ein großer Teil seiner Oberfläche mit Geröll und Felsblöcken bedeckt sein dürfte, zwischen denen sich bei schrägem Einfall der Sonnenstrahlen zahllose Schatten bilden; die Verhältnisse sind denen beim Saturnring unter kleinen Phasenwinkeln ähnlich. Dieser Umstand macht die Berechnung terrestrischer Vergleichs-Albedines recht schwierig. Wilsing und Scheiner haben die Werte für einige Gesteine mit ebenen, rauhen Flächen bei einfallendem und reflektiertem Licht unter Bedingungen gemessen, die denen bei Vollmond sehr ähnlich sind. Sie fanden für

Liparit-Bimsstein . .	0.56
Gelber Sandstein . .	0.38
Roter Granit	0.36
Vulkanasche	0.18
Syenit	0.13
Trachytlava	0.10
Schieferton	0.07
Basalt	0.06.

Die *p*-Werte waren im allgemeinen für das rote Ende des Spektrums um 20% größer als für das blaue Ende.

Für die Erde schätzt Abbot die Albedo bei vollständiger Bewölkung (*A* nach Bonds Definition) auf 0.60 und für Wolkenlosigkeit auf 0.14. Der vorläufige Mittelwert wäre 0.37.

Im allgemeinen bestätigen die mitgeteilten Zahlen, daß bei Venus und den äußeren Planeten eine wolkige Oberfläche anzunehmen sein dürfte, während bei Merkur, Mars und Mond mehr an eine felsige Oberfläche zu denken sein wird. Die hohe Albedo bei Neptun ist übrigens wegen der Schwierigkeit seiner Durchmesserbestimmung ziemlich unsicher. Am auffälligsten sind jedenfalls die hohen Albedowerte für Vesta und die beiden ersten Jupiterbegleiter, die wohl kaum eine merkbare Atmosphäre haben dürften. Die Oberfläche muß also an sich ein hohes Reflexionsvermögen besitzen. Bei der Erde liegt der Wert zwischen den „Wolken-" und „Stein"-Planeten; die Ergebnisse von Verys und Abbots Untersuchungen stimmen befriedigend überein. Man darf dabei jedoch nicht auf dem unrichtigen Wege vorgehen, den Very zuerst beschritt. Guthnick zeigte, daß ein Mißverständnis der Zöllnerschen Angaben bei Very vorlag. Stellt man dies richtig, so folgt der *A*-Wert 0.41 (oben 0.37 angenommen) statt 0.89.

Am Schluß seiner Abhandlung fordert Russel energisch zur Vermehrung des Beobachtungsmaterials an Helligkeitsmessungen der Mitglieder unseres Sonnensystems auf. [1009

Aus den Jahresberichten der A. G.-Sternwarten für 1918.

Die Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft bringt im dritten Heft des 54. Jahrganges die Jahresberichte der Sternwarten für 1918, aus denen hier das Wesentlichste mitgeteilt sei:

Bamberg. Die Haupttätigkeit am Institut erstreckte sich wieder über das Gebiet der veränderlichen Sterne. Sowohl Geheimrat Hartwig als auch Herr Cuno Hoffmeister waren hier intensiv tätig, soweit das außerordentlich schlechte Wetter dies zuließ. Neben den Beobachtungen in diesem Zweige der Astronomie lief die Arbeit an der Herausgabe des A. G.-Katalogs, der Geschichte und Literatur der veränderlichen Sterne. Im September konnte der I. Band erscheinen. Am Heliometer setzte Geheimrat

Hartwig seine Beobachtungen für die physische Libration des Mondes fort. Weiter wurden Ortsbestimmungen der Nova Monocerot., der Nova Aquilae 3, sowie einiger Veränderlicher erlangt. Eine Beobachtungsreihe zur Ermittelung der Parallaxe der Nova Aquilae wird im nächsten Jahre fortgesetzt. Die unmittelbare Mitarbeit Hoffmeisters erreichte durch die Rückkehr des Assistenten Dr. Zinner am Jahresschluß ihr Ende.

Berlin-Babelsberg. Am großen (26-zölligen) Refraktor von Zeiß führte Geh. Rat Struve unter Assistenz von Dr. Bernewitz seine Mikrometermessungen an den Saturntrabanten fort. Weiter wurden Positionsbestimmungen der Jupiterflecke ausgeführt. Dr. Bernewitz erlangte während der Marsopposition 1918 46 Bestimmungen von Flecken, sowie 12 Zeich nungen dieses Planeten. In der zweiten Jahreshälfte wurden von ihm in der Hauptsache photographische Aufnahmen von Doppelsternen ausgeführt. Der Zwölfzöller diente wieder ausschließlich den lichtelektrischen Messungen Prof. Guthnicks. Neben den Planeten Mars, Jupiter und Saturn waren Beobachtungsobjekte verschiedene veränderliche Sterne, sowie die Nova Aquilae 3, an der ebenso, wie an 58 Sternen der Spektralklassen Od bis N Farbenindexbestimmungen mit Hilfe eines Gelbfilters vorgenommen wurden. Im Laboratorium führte Prof. Guthnick eine Messungsreihe an einem künstlichen Veränderlichen durch, um auf diese Weise Einblick in die Ursachen der in der Natur vorkommenden Lichtkurven zu gewinnen. Am Toepferschen Durchgangsinstrument führte Dr. Kepinski bis zu seinem Abgang vom Institut (Anfang September) die sich nunmehr über drei Jahre erstreckende Beobachtungsreihe von Fundamentalsternen nach der Liste der Connaissance des Temps 1914 zu Ende. Am gleichen Instrument setzte Prof. Courvoisier seine Parallaxenbestimmung von δ Ursae min. fort und begann eine solche der Nova Aquilae. In der Hauptsache arbeitete Genannter jedoch am Vertikalkreise, wo Fundamentalsterne, die Sonne, der Zenitstern β Draconis und die Nova Aquilae, die von ihm am 8. Juni ($18^h\ 38^m$ Sternzeit) aufgefunden wurde, gemessen wurden.

Berlin - Dahlem. (Astronomisches Recheninstitut.) Im Berichtsjahre erschien das Berliner Astronomische Jahrbuch für 1920. Die Zahl der numerierten kleinen Planeten ist auf 894 bis zum 30. Juni 1918 gestiegen. Vom astronomischen Jahresbericht konnte Jahrgang 1917 druckfertig gemacht, Jahrgang 1918 in Angriff genommen werden. Die wohl nahezu erreichte Vollständigkeit ist auch diesmal wieder das wesentliche Verdienst von Prof. Strömgren, Kopenhagen, der in umfangreichem Maße die hier unzugängliche Literatur zur Verfügung stellte.

Bonn. Da der Observator Prof. Mönnichmeyer und Assistent Dr. Hopmann erst gegen Ende des Jahres zur Sternwarte zurückkehrten, ruhte die Beobachtungstätigkeit fast ganz. Geh. Rat Küstner hat die Bearbeitung der in den letzten Jahren von ihm ausgemessenen Sternhaufen beendet.

Breslau. Von privater Seite sind dem Institut auch im Berichtsjahre neue Mittel zur Verfügung gestellt worden. Die Pläne für den beabsichtigten Neubau sind mit Unterstützung der Firma Zeiß bereits aufgestellt, so daß in absehbarer Zeit mit dem Beginn des Neubaues gerechnet werden kann. An Beobachtungen seien erwähnt: Extrafokale Aufnahmen der Jupitermonde am Clark-Repsoldschen Refraktor, Messun-

gen von Mond- und Fundamentalsternen am Bambergschen Durchgangsinstrument. Prof. Wilkens brachte seine Untersuchungen zur Theorie der Planeten der Jupitergruppe zum Abschluß.

Düsseldorf. Von 46 kleinen Planeten wurden 123 Beobachtungen erlangt. Daneben wurden einige Veränderliche verfolgt, sowie die für die Zeitbestimmung nötigen Sterndurchgänge am Passageninstrument beobachtet.

Frankfurt a. M. Dr. Labitzke setzte seine physiologisch-psychologischen Untersuchungen über astronomische Beobachtungen fort. Eine größere Reihe von Veröffentlichungen, die das Gebiet der kleinen Planeten behandeln, befindet sich im Druck. Auch die Herausgabe der astronomischen Arbeiten von Gauß gehört hierher, die u. a. die aus dem Jahre 1801 stammenden allerersten Bahnbestimmungen bringen werden.

Göttingen. Eine zusammenfassende Bearbeitung aller die bekannten Normalbögen betreffenden Beobachtungen ist in die Wege geleitet. Gleichzeitig werden diese Bögen hier am Meridiankreis und Heliometer neu gemessen werden. An 57 Tagen wurde von Geh. Rat Hartmann die Sonne aufgenommen. Weiter brachte er eine Untersuchung über die ältesten deutschen astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus, eines Vorläufers des Kopernikus, zum Abschluß. Es handelt sich um einen hölzernen Himmelsglobus von 27 cm Durchmesser, ein Astrolabium aus Messing, eine kleine unvollendete kupferne Himmelskugel, sämtlich aus dem Jahre 1444, sowie ein Torquetum, das wohl 1434 in Nürnberg angefertigt worden ist.

Heidelberg. Die photographischen Beobachtungen wurden von Geh. Rat Wolf ausgeführt. An den drei Instrumenten Bruce-Fernrohr, Waltz-Reflektor und Uranograph wurden insgesamt auf 398 Platten mit 377 Stunden Belichtungszeit 459 Aufnahmen erhalten. Davon entfallen 190 Aufnahmen auf die kleinen Planeten, 7 auf Eigenbewegungssterne, die übrigen auf Spektren, Nebelflecken, Kometen, Mond und effektive Wellenlängen. So wurde vor allem das Spektrum der Nova Aquilae sehr eingehend verfolgt (141 Aufnahmen). Die Bestimmungen der effektiven Wellenlängen schwacher Sterne, die mit Hilfe eines Gitters von 730 mm Öffnung am Reflektor ausgeführt werden, werden uns weiteres Material liefern, das uns wertvolle Aufschlüsse über den Aufbau des Systems dieser massenschwachen Sterne, die, wie eine Bearbeitung der ersten 720 Wolfschen EB-Sterne durch C. Wirtz und P. Hügeler gezeigt hat, in unmittelbarer Nachbarschaft der Sonne stehen, gestatten dürfte. Von 43 neu entdeckten Planetoiden wurden drei mit älteren identifiziert, zwei in Bergedorf unabhängig aufgefunden.

Kiel. Da weder die Observator- noch die Assistentenstelle besetzt war, ruhte die Beobachtungstätigkeit bis auf einige vom Direktor Geh. Rat Harzer am Meridiankreis ausgeführte Aufstellungs- und Zeitbestimmungen gänzlich.

Leipzig. Dr. Hayn konnte nach fast dreijähriger Unterbrechung durch den Heeresdienst seine Untersuchung über die Örter und Eigenbewegungen der Plejadensterne zu Ende führen, und für die 70 helleren Sterne bis zur 9. Größe einen Katalog von größter Genauigkeit liefern. Am Heliometer begann Dr. Naumann eine Beobachtungsreihe zur Parallaxenbestimmung von 61 Cygni, α Cassiopeiae und α Ursae majoris. Dr. Weber hat die Ausmessung der zur Untersuchung des Sonnenhalbmessers gemachten Aufnahmen beendet.

München. Die von Prof. Großmann und Dr. Kienle am Repsoldschen Meridiankreis ausgeführten Deklinationsbestimmungen der Paral-

laxensterne liegen im Manuskript vor. Dr. Kienle hat ferner am Meridiankreis die Beobachtungen von R Lyrae zum Abschluß gebracht. Prof. Oertel, Hannover, führte die Reduktionsarbeiten an seinem Sternkatalog weiter.

Potsdam. (Astrophysikalisches Observatorium.) Geh. Rat Kempf hat die Bearbeitung der Spoererschen Sonnenfleckenmessungen zum Zweck einer Sonnenrotationsbestimmung soweit gefördert, daß sie demnächst zum Abschluß gebracht werden können. Geh. Rat Wilsing führte bolometrische Messungen im kontinuierlichen Sonnenspektrum und in den Wasserdampfbändern aus. Die 1917 unterbrochene photometrische Durchmusterung der Polzone $+80°$ bis $+90°$ konnte im Berichtsjahre von Geh. Rat Müller und Dr. Kohlschütter wieder aufgenommen werden. Photographische Helligkeitsmessungen verschiedener Veränderlicher sind von Prof. Hertzsprung ausgeführt worden, der auch die effektive Temperatur der Nova Aquilae zu 7300° bestimmte. Weiter wurden von ihm am 50 cm-Objektiv des großen Refraktors 76 brauchbare Doppelsternaufnahmen erhalten. Die Bearbeitung der spektralphotometrischen Messungen Scheiners, Münchs und seiner eigenen, führte Geh. Rat Wilsing zu Ende. Die Arbeit liefert die effektiven Temperaturen von 199 helleren Sternen. Die Neuaufnahmen für die photographische Himmelskarte (106 Platten) wurden von Dr. Birck vorgenommen. Die Ausmessung und Reduktion der Aufnahmen besorgte Frl. S. Mattenklodt. Prof. Biehl beschäftigte sich, wie in den Vorjahren, mit der Revision der bereits erschienenen Bände der Potsdamer Photographischen Himmelskarte.

(Geodätisches Institut.) Von den Stationen des Internationalen Breitendienstes hat nur Mizusawa (Japan) die Beobachtungsbücher regelmäßig zugesandt. Die amerikanische Station Ukiah stellte die Zustellung mit dem Monat März, die italienische Carloforte mit April ein. Die Wasserstandsbeobachtungen an den zehn Pegeln des Instituts wurden in der üblichen Weise bearbeitet. Die Registrierungen der in 189 m Tiefe in einem Schacht in Freiberg (Sachsen) befindlichen zwei Horizontalpendel gingen weiter. Sie sollen dem Studium des Einflusses des Mondes und der Sonne auf die Lotbewegung dienen.

Stockholm. Am Meridiankreis wurden ausgewählte Sterne der Zone $+45°$ bis $+90°$ beobachtet. Am Spektrographen wurden 4 Spektrogramme der Nova Monocerotis und 24 von der Nova Aquilae erhalten. Das Eisenspektrum wurde zum Vergleich einkopiert. Auch visuelle Spektralbeobachtungen sowie Stufenschätzungen nach der Argelanderschen Methode wurden von der Nova Aquilae erhalten. Analytische Untersuchungen über einen Spezialfall des Dreikörperproblems wurden begonnen, verschiedene Bahnberechnungen kleiner Planeten ausgeführt.

Utrecht. Dr. van der Bilt setzte die Untersuchungen der photometrischen Skalen von Parkhurst und Pickering fort. Eine Entscheidung konnte, obwohl die Bestimmung von schwachen Sternen am Zöllnerschen Photometer sämtlich zugunsten der ersten ausfielen, noch nicht erzielt werden. Das Haupttätigkeitsgebiet des Instituts, die veränderlichen Sterne, erlitt teils durch die mehrere Wochen dauernde gründliche Reinigung des Zehnzöllers, teils durch die Beobachtung der Nova Aquilae starke Einbuße. 108 Variable wurden beobachtet, davon 26 Algolsterne. 12 Lacertae, der in den Hartwigschen Ephemeriden noch als Algolstern geführt wird, ist nach den Beobachtungen Nijlands zweifelsohne vom β Lyrae-Typus.

Wien. Die Beobachtungen litten

außerordentlich durch das selten schlechte Wetter, das beispielsweise im Januar nicht eine einzige Beobachtung zuließ. Die Verfolgung der in Heidelberg entdeckten neuen Planeten gestaltete sich überdies durch die mangelhafte Postverbindung (telegraphische Benachrichtigung war leider nicht möglich) sehr schwierig. Zwei neue Planeten wurden von Geh. Rat Palisa aufgefunden. Am Sechszöller beobachtete Dr. Holetschek irregulär und auffallend rot gefärbte Veränderliche sowie bis zum 21. Dezember die Nova Aquilae. Am Rothschild-Coudé wurden in der Hauptsache Aufnahmen des Novaspektrums erhalten. Im Laboratorium wurde von Dr. Hnatek weiter auf dem Gebiete des Vorbelichtungseffektes gearbeitet.

Zürich. Die Sonne konnte an 279 Tagen (gegen 274 im Jahre 1917) beobachtet werden, von denen nicht ein einziger fleckenfrei war. Die Relativzahl erreichte im Juli mit 104.6 das größte Monatsmittel, blieb aber im Jahresdurchschnitt mit 77.6 gegen 98.8 im Jahre 1917 beträchtlich zurück. Das Hauptmaximum der gegenwärtigen 11-jährigen Periode kann nunmehr zweifelsfrei auf den August 1917 angesetzt werden. [1117] P. H.

Photographisch-photometrische Methode zur Bestimmung von Sternhelligkeiten.

Die Bestimmung von Sterngrößen mittels rein physikalischer, objektiver Methoden hat in den letzten Jahren eine Reihe von Fortschritten aufzuweisen, die auf die Benutzung von Selenzelle, photoelektrischer Zelle oder Thermoelement zur Messung der sichtbaren oder der Gesamtstrahlung der Sterne beruhen. Diese eignen sich jedoch vornehmlich für helle Sterne — wenigstens im Hinblick auf die amerikanischen Leistungen —, so daß bei schwächeren von den Amerikanern auf die photographischen Methoden zurückgegriffen wurde. Die Bestimmung der Sterngröße aus dem Durchmesser der auf der photographischen Platte erhaltenen kleinen Scheibchen leidet an dem Nachteil, daß diese keinen scharf definierten Begrenzungskreis aufweisen und daß atmosphärische Vorgänge eine schwer zu beurteilende Rolle dabei spielen. Man bestimmt deshalb hier behelfsmäßig, wie es bei den extrafokalen Aufnahmen geschieht, die Schwärzung der Sternscheibchen. Statt mit dem für solche Aufgaben besonders geeigneten Hartmannschen Mikrophotometer kann man die Durchlässigkeit auch objektiv mit Hilfe eines der oben genannten Instrumente messen. Man kombiniert also zwei bereits bekannte Methoden. Am weitesten ist dieses Verfahren von P. P. Koch bei seinem registrierenden Mikrophotometer durchgebildet, bei welchem die Durchlässigkeit der kontinuierlich über einer kleinen Blende verschobenen Platte mittels der Photozelle bestimmt und die dabei erhaltenen Galvanometerausschläge zugleich photographisch auf einem mit der Platte synchron bewegten Streifen von Bromsilberpapier aufgezeichnet werden. Die Selenzelle ließe sich hierfür gleichfalls benutzen, doch steht sie der Photozelle an Bequemlichkeit hier wesentlich nach. Auch die Thermosäule läßt sich natürlich dafür verwenden. Eine damit arbeitende Vorrichtung zur Messung der Schwärzung fokaler und extrafokaler Aufnahmen hat H. T. Stetson (Ap. J. **43**, S. 253 u. 325, 1916) praktisch erprobt.

Das Licht einer möglichst konstanten Lichtquelle — verwendet wurde eine Kohlefadenlampe von 50 Kerzen mit

spiralförmigem Faden, deren Spannung ständig geprüft und konstant gehalten wurde — wird durch einen Kondensator auf einen horizontalen Metalltisch konzentriert, der in der Mitte eine auswechselbare kleine kreisförmige Blende von 1,0 und 0,5 *mm* besitzt und auf welchen die photographische Platte aufgelegt wird. Ein Bild des ausgeblendeten Plattenteiles wird mittels eines Projektionssystems auf der Lötstelle eines gut eingebauten sehr empfindlichen Thermoelementes von kleiner Wärmekapazität entworfen, das mit einem Galvanometer verbunden ist. Das von W. W. Coblentz hergestellte Thermoelement besteht aus einer Wismuth-Silber-Kombination mit einer kreisförmigen Empfängerplatte von 5 *mm* Durchmesser.

Unter Benutzung einer Blende von etwas größerem Durchmesser als das Sternscheibchen wird erst sein Bild, dann das von einem unmittelbar daran grenzenden Stück der Platte auf der Lötstelle des Thermoelementes entworfen und die Ausschläge des Galvanometers für die beiden Plattenstellungen beobachtet. Bezeichnet man dieselben mit D und D' und die Größe $(D-D')/D$ mit d, so gilt für die Größenklassendifferenz die einfache Beziehung

$$m = a - b \cdot d^{1/4},$$

wo a und b empirisch zu bestimmende Konstanten sind. Die Größe d ist von etwaigen Schwankungen der Lichtquelle oder der Durchlässigkeit des Glases der photographischen Platte unabhängig.

Ersetzt man die kreisförmige Blende durch einen Spalt, so ist die Vorrichtung zur Photometrie von Spektralaufnahmen, auch von solchen, die mit dem Objektivprisma erhalten sind, zu verwenden.

Praktisch wurde sie zunächst zur Untersuchung der Lichtkurve des Veränderlichen U Cephei (mit einer Periode von 2,943[d]) benutzt, wobei als Vergleichssterne *f* (B. D. 81°30) und *g* (B. D. 81°27) dienten. Die erhaltene Lichtkurve entspricht der von Chandler 1899 veröffentlichten, bei welcher die Helligkeit schneller anwächst als abfällt; außerdem folgt auf das erste Minimum noch ein zweites flacheres. Eine mit besseren Hilfsmitteln erhaltene Aufnahme lieferte eine Lichtkurve, welche eine zweite Schwankung von 0.1[M] in einem Intervall von 40 Minuten aufwies. Weitere Versuche lehrten dann, daß der Vergleichsstern *B. D.* 81°30 nicht konstant, sondern selbst veränderlich ist.

Bei der Beurteilung der erzielbaren Genauigkeit darf man nun aber nicht in den Trugschluß verfallen, etwa das System Thermoelement-Galvanometer als Maßstab anzusehen. Eine große Schärfe der Messung hat hier praktisch gar keine Bedeutung, denn die Platte selbst liefert nach dem Schwärzungsverfahren unter den günstigsten Umständen keine größere Genauigkeit als 3 bis 4%.

Ferner darf man die Leistungsfähigkeit der Photozellen nicht allgemein unterschätzen, denn in der Hand deutscher Gelehrter haben diese anscheinend doch mehr geleistet bzw. sich bei geringeren Sternhelligkeiten als brauchbar erwiesen als bei den Amerikanern. Ein so objektiv denkender dortiger Gelehrter wie Stebbins hat dies auch rückhaltlos anerkannt. [1008]

Rundschau.

Die Stellung der kugelförmigen Sternhaufen und Spiralnebel zu unserem Sternsystem. In einem Aufsatz unter diesem Titel berichtet K. Lundmark[1]) über neue eigene Arbeiten und die Arbeiten anderer Autoren, die sich das Ziel setzen, zu einer Abschätzung der Parallaxen der kugelförmigen Sternhaufen und der Spiralnebel zu gelangen.

[1]) Astr. Nachr. **209**, 369, 1919 Okt.

Da der Artikel einen Auszug aus einer noch nicht erschienenen größeren Untersuchung bildet, sei hier nur auf einige bemerkenswerte Ergebnisse hingewiesen.

Amerikanischen Astronomen verdanken wir die Bestimmung der Radialbewegungen einiger Spiralnebel und kugelförmigen Sternhaufen. Der Verfasser leitet nun mit Hilfe dieses noch spärlichen Materials den Apex der Sonnenbewegung aus den kugelförmigen Sternhaufen ab und findet dafür einen Punkt an der Sphäre, der nahe bei dem von Wirtz[1]) für die Spiralnebel auf mehrfache Weise abgeleiteten Apex liegt. Nach verschiedenen Methoden, die sich zum Teil auf frühere Untersuchungen anderer Astronomen gründen, gewinnt Lundmark weiter eine Parallaxe der Spiralnebel, die in die Größenordnung 0.00001″ fällt, wiederum in Übereinstimmung mit dem von Wirtz i. J. 1917 auf anderem Wege bestimmten Werte.

Auch Lundmarks Untersuchungen sprechen dafür, daß kugelförmige Sternhaufen und Spiralnebel außerhalb unseres Milchstraßensystems stehen, in Abständen von 30 000 und mehr, vielleicht Millionen Lichtjahren, und daß sie ferne unserem Sternsystem koordinierte Systeme sind. Wenn die ausführliche Abhandlung des Verfassers, die der Schwedischen Akad. d. Wiss. eingereicht wurde, gedruckt und ausgegeben ist, soll über die vielseitigen interessanten Resultate eingehender berichtet werden. W. [1114

[1]) Vgl. Sirius 50 (1917) 79, 52 (1918) 116.

Verfinsterungen des Saturnmondes Rhea. Im Monat April und Mai können die Eintritte in den Schatten und noch günstiger die Austritte des Trabanten Rhea aus dem Schatten des Saturn beobachtet werden. Wir geben nachstehend die von Geh.-Rat Struve und Dr. Bernewitz vorausberechneten Daten in M. Z. Gr., wo σ und p den geozentrischen Ort des Satelliten, d. h. die Entfernung vom Planetenrande und den Positionswinkel, gezählt vom Nordpunkt der kleinen Achse nach Osten, bezeichnen:

1920	Eintritt	σ	p	Austritt	σ	p
April 9	23h 29m	3.8″	161°	23h 59m	5.0″	147°
14	11 48	3.8	161	12 36	5.3	146
19	0 10	3.8	161	1 10	5.8	144
23	12 34	3.8	162	13 43	6.1	142
28	0 58	3.7	162	2 16	6.5	140
Mai 2	13 22	3.7	162	14 49	6.9	138
7	1 47	3.7	162	3 21	7.1	136
11	14 12	3.6	162	15 53	7.3	135
16	2 37	3.5	163	4 24	7.5	134
20	15 3	3.5	163	16 55	7.6	133
25	3 28	3.5	163	5 26	7.6	132
29	15 54	3.4	164	17 57	7.5	131

[1145

Über den **Farbenwechsel großer Meteore** hat Alfred Wegener neuerdings Untersuchungen angestellt, über die er in den Abhandlungen der Kaiserl. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher (Bd. 104, Nr. 1, 1918, 34 Seiten) berichtet. Die Durchsicht vorliegender Meteorbeobachtungen zeigt gerade in bezug auf Farbenangaben das denkbar größte Durcheinander. Farbenblindheit, mangelhafte Auffassung wegen der Kürze der Erscheinung und ein im allgemeinen für Farben schlechter als für Formen ausgebildetes Erinnerungsvermögen dürften die Ursache dafür sein. Die Ableitung allgemeiner Schlüsse aus so geartetem Beobachtungsmaterial ist naturgemäß mit großen Schwierigkeiten verknüpft. Die Farbe der ge-

wöhnlichen Sternschnuppen ist in der Regel gelbrot, gelb oder weiß. Nur ein ganz kleiner Teil, noch nicht drei Prozent, werden als grünlich beobachtet. Es sind dies wohl schon größere Körper, die den Übergang zu den eigentlichen Meteoren bilden. An diesen werden nun die mannigfaltigsten Farbenänderungen beobachtet. Es läßt sich aber doch wohl sagen, daß der Farbenwechsel von Grün nach Rot vorherrschend ist. Leider liegen keine Bestimmungen über die Höhe der Feuerkugeln im Augenblicke des Farbwechsels vor. Man kann jedoch aus den Höhen des Hemmungspunktes Rückschlüsse auf die des Farbenwechsels ziehen und kommt dabei auf mindestens 75 *km*. Die Ursache der Farben sieht nun W e g e n e r nicht im Meteor selbst, sondern in den es umgebenden atmosphärischen Gasen. Nach H a n n und H u m p h r e y s nimmt unsere Atmosphäre, die bis zu den uns zugänglichen Höhen im wesentlichen aus Sauerstoff und Stickstoff besteht, schon von etwa 50 *km* Höhe ab einen anderen Charakter an, indem sich der Wasserstoff in immer steigendem Maße an ihrer Zusammensetzung beteiligt. Schon bei 100 *km* erreicht er mit 99% nahezu die Alleinherrschaft. In etwa 70 bis 80 *km* Höhe dürfte sich eine förmliche Schichtgrenze befinden. Die Übereinstimmung in der Höhe dieser „Luftveränderung" und des Farbwechsels der Meteore macht den Schluß unabweisbar, daß beide zusammenhängen, daß eins die Ursache des andern ist. Bestärkt wird diese Annahme noch dadurch, daß auch die Schweife denselben Farbenunterschied grün—rot (gelblich) zeigen, je nachdem sie oberhalb oder unterhalb 75 *km* Höhe gesehen werden. [1106] P. H.

Künstliche Lichtkurven. Wie schon in den Jahresberichten der A. G.-Sternwarten für 1918 (s. Seite 52) kurz erwähnt wurde, hat Prof. G u t h n i c k auf der Sternwarte Berlin-Babelsberg eingehende Laboratoriumsversuche angestellt, um mit Hilfe eines künstlichen veränderlichen Sternes die in der Natur vorkommenden Lichtkurven von Veränderlichen des δ Cephei- und verwandten Typus zu reproduzieren. Das Modell des Veränderlichen bestand aus einer Ebenholzkugel von 34 *mm* Durchmesser, die meßbar gedreht werden konnte. Der Fleck zur Erzeugung des gesuchten Lichtwechsels wurde mit weißer Kreide aufgezeichnet. Die Beleuchtung der Kugel erfolgte mittels einer 25-kerzigen, matten Metallfadenlampe und einer nichtachromatischen Beleuchtungslinse. Der Beleuchtungskegel zeigte in dem benutzten Gebiet außerhalb des Fokus einen deutlichen Helligkeitsabfall nach dem Rande, was in der Natur dem Vorhandensein einer absorbierenden Atmosphäre entspricht. Die Messungsreihen wurden nun unter den verschiedensten Versuchsbedingungen durchgeführt. So wurden die Formen des Fleckes geändert und abwechselnd gleichmäßige Beleuchtung oder solche von mäßigem oder stärkerem Helligkeitsabfall zum Rande benutzt. Die in A. N. 4993 gegebenen bildlichen Darstellungen der Messungsergebnisse zeigen eine in die Augen springende Übereinstimmung mit beobachteten Lichtkurven veränderlicher Sterne, beispielsweise S T V i r g i n i s und η G e m i n o r u m. Die dem letzten Stern entsprechende Kurve wurde mit ganz weißer Kugel erhalten, auf der nur ein kreisförmiger Fleck mit dem Mittelpunkt auf dem Äquator dunkel gelassen worden war. [1141] P. H.

Nova Sagittae. Das Harv. Coll. Circ. 219 gibt nähere Nachricht über den neuen Stern, der am 22. November 1913 in der Helligkeit 7.2^{M} im Bilde des Pfeils, also in der Milchstraße, aufleuchtete. Die in der vorhergehenden Nacht aufgenommene Platte von jener Gegend zeigt den Stern in der 10.0^{M}. Während der ersten sechs Wochen war das Objekt noch für kleinere Instru-

mente erreichbar, also etwas heller als 10^M. Die Nova folgt einem schwachen Stern etwa 0.2^s. Auf Bildern, die mit dem 16-zölligen Teleskop 1914 erzielt wurden, erscheint das Bild dieses Sternes etwas verwaschen. Gegenwärtig ist die Nova Sagittae 14 bis 15^M. Ihre Position für 1900 ist $\alpha = 20^h\,3^m\,4^s$, $\delta = +17°24.3'$

[1139] Kr.

Kosmos und Kristall. Der Aufbau des Kosmos durch Ineinanderschachteln von Kristallen, dieser wunderbare Gedanke unseres großen Kepler, erfährt durch die neuen Untersuchungen von Born und Landé eine neue Beleuchtung. Besonders lehrreich sind diese hochwichtigen Arbeiten hinsichtlich des „atomaren Kristallaufbaues aus den einzelnen atomaren Sonnensystemen" über den Alfred Landé in Soc. Month. Heft 879 u. A. folgendes referiert: „Jedes aus kreisenden Elektronen bestehende Atom wirkt nach außen mit elektrischen Kräften und verhütet, daß ein anderes Atom allzu nahe herankommt und statt dessen sich in einer Gleichgewichtslage einstellt. Und zwar ist die Entfernung von einem zum Nachbaratom etwa 5mal so groß wie der Radius der einzelnen Atome selbst, das heißt wie der Radius der äußersten umlaufenden Elektronenbahn. Die genaue Entfernung der Nachbaratome konnte aus den speziellen Eigenschaften der beteiligten Elektronenbahnen von Fall zu Fall vorausberechnet werden und führte zur Erklärung der spezifischen Gewichte bei einer ganzen Reihe von Kristallsorten. Dasselbe gelang für die Härte der Kristalle, die sich als Wirkung derjenigen rein elektrischen Kräfte herausstellte, die bei Verschiebung der Atome aus ihrer gegenseitigen Gleichgewichtslage auftreten. Schließlich fand Born auch die Arbeit, die gegen die elektrischen Kräfte geleistet werden muß, um den Kristallverband in Einzelatome aufzulösen, in der Bildungswärme der Kristalle wieder. Dadurch ist es erstmalig gelungen, sowohl die elastischen Druckkräfte wie die chemischen Anziehungskräfte auf rein elektrische Wirkungen zurückzuführen.

Daneben gelangte die Born-Landésche Theorie aber noch zu einem zwingenden Beweis, daß die konstituierenden Atome eine räumliche Struktur mit den Symmetrieeigenschaften eines Würfels haben müssen. Während nämlich bisher meist angenommen wurde, daß die um die positiv elektrische Zentralsonne kreisenden Elektronen alle in einer flachen Ebene bleiben, in Analogie zur Ebene der Ekliptik im Sonnensystem, weiß man jetzt, daß auch Bahnen möglich sind, die aus dieser Ebene in der Art heraustreten, daß die Gesamtheit der Bahnen aller Planeten die Symmetrie des Würfels besitzt, das heißt mit ihrem Spiegelbild identisch ist, wenn man diese Bahngesamtheit an gewissen Ebenen im Raum spiegelt. Die Existenz solcher drei dimensionalen Atome, die schon durch chemische und optische Erfahrungen nahegelegt wurde, findet in der beobachtbaren Härte der Kristalle eine neue Stütze." [1069

Bücherschau.

Svante Arrhenius, Der Lebenslauf der Planeten. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1919. (IX und 157 S. mit 28 Abb.)

Der Verfasser zeigt uns zunächst, wie durch den unverkennbaren Einfluß besonders der Sonne auf die Vorgänge in der Natur die Menschen schon frühzeitig zur Verfolgung der Himmelserscheinungen angehalten wurden. Diese fürs erste aus reinen Zweckmäßigkeitsgründen gemachten Aufzeichnungen nahmen schließlich bei dem Drange der Menschheit, einzudringen in die Geheimnisse des Universums, wissen-

schaftlichen Charakter an. Neben den Wandelsternen hat besonders die Milchstraße schon früh die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen, und schon bei Anaxagoras und Demokritos finden wir die Vermutung, daß die Milchstraße eine äußerst dichte Anhäufung kleiner Sterne sei. Erst Untersuchungen neuerer und der neuesten Zeit führten hier weiter vorwärts und zeigen uns die große Rolle, die sie als Symmetrieebene in unserem Milchstraßensystem spielt. Die Entstehung eines solchen Systems nach den Ansichten Arrhenius' durch Aufeinandertreffen zweier riesiger Gasmassen von unvorstellbaren Dimensionen wird in längeren Ausführungen dargestellt, wobei verschiedene Entwicklungsstadien, wie sie uns der Himmel selbst bietet, durch photographische Aufnahmen belegt werden. Das Thema schwenkt nun von den astronomischen Fragen ab und behandelt in drei Abschnitten die klimatische Bedeutung des Wasserdampfes, die Atmosphäre der Himmelskörper und ihre physikalische Beschaffenheit und schließlich die Chemie der Atmosphäre. Es wird uns in diesen Kapiteln gezeigt, welche Vorgänge sich wohl im großen und ganzen auf den Planeten nach ihrer Geburt abgespielt haben mögen und welche führende Rolle besonders das Wasser und der Kohlenstoff hierbei gehabt haben. Es werden nun die einzelnen uns näher zugänglichen Planeten Mars, Merkur, Venus und auch der Mond behandelt, um zu zeigen, in welcher Phase der oben gezeichneten Entwicklung sie sich befinden, um auf Grund dieser Feststellungen ein Urteil über die Frage ihrer Bewohnbarkeit zu gewinnen. Nach den letzten Ergebnissen der Forschung steht für Arrhenius fest, daß für unser Sonnensystem diese Frage zur Zeit nur für die Erde mit ja zu beantworten ist, aber wie lange noch? Auch sie wird dem Schicksal der völligen Verödung nicht entgehen. [1124] P. H.

Vom Arbeiter zum Astronomen. Lebenserinnerungen von Bruno H. Bürgel. 206 S. mit Porträt des Verf. Ullstein u. Co., Berlin. 8°. 1919.

Vom Arbeiter zum „astronomischen Schriftsteller" war der Titel geplant, der jedoch aus technischen Gründen geändert wurde. Die hier gebotene Schilderung, die allerdings wesentlich politisch-aktuelles Interesse hat, ist in vieler Hinsicht, besonders für den aus bescheidenen Verhältnissen zur Astronomie Strebenden, lehrreich. Auch über M. Wilh. Meyer erfahren wir manches Interessante. Wenn diese „Memoiren" auch ein wenig verfrüht sind, so war ihre Veröffentlichung jedenfalls ein geschickter Griff des Verlages Ullstein. Kr. [1122

A. Kühl, Die Entwicklung der Erde. (Monistische Bibliothek. Kleine Flugschriften Nr. 6, München 1919, 16 S.)

Verfasser gibt hier in gedrängtester Form ein Bild von der Entsteheung der Erde mit ihrem Monde aus der Urmaterie, wie sie sich auf Grund des heutigen Standes der wissenschaftlichen Forschung darstellt. Auch die Frage nach dem Ursprung des Lebens auf der Erde wird kurz gestreift. P. H.

A. Kühl, Der Mensch und das Weltall. (Monistische Bibliothek. Kleine Flugschriften Nr. 7, München 1919, 15 S.)

In schnellem Fluge ziehen die Bilder an unserem geistigen Auge vorüber, die sich die Menschheit im Laufe der Zeiten vom Bau des Weltalls gemacht hat. Etwas eingehender werden die neuesten Anschauungen, wie sie durch die grundlegenden Arbeiten Seeligers und Kapteyns vermittelt werden, behandelt. [1119] P. H.

Moritz Schlick, Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik. V + 86 S. 8°. Zweite, stark verm. Auflage. Berlin. Jul. Springer. 1919. Preis brosch. 2.20 ℳ.

Der Fortschritt des Büchleins von der 1. zur 2. Auflage ist ein sehr erheblicher. Es führt von Newton zu Einstein und gibt einen Einblick in den gesamten Gedankenkreis der Relativitätstheorie. Von ganz besonderem allgemeinen Interesse sind die Ausführungen über den Kosmos als Ganzes in ihren philosophischen Folgerungen. Zur Einführung sei das Werk gerne empfohlen. [1123] Kr.

An die Mitglieder der Ingedelia.

Wie bereits durch Prospekt bekannt gemacht, sind wir genötigt, für das Jahr 1920 einen **Teuerungszuschlag** von Mk. 5.— für Deutschland und Deutsch-Österreich und Mk. 25.— für das übrige Ausland zu erheben. Wir bitten daher diejenigen unserer Mitglieder, die erst Mk. 15.— gezahlt haben, den fehlenden Betrag auf das Postscheckkonto Berlin 72081 unseres Schatzmeisters Paul Hügeler einzuzahlen.

Der Vorstand.

Herausgeber: Dr. H. H. Kritzinger, Berlin N. W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 39758
Schriftleitung: Paul Hügeler, Berlin SO 33, Schlesischestr. 21.

Schluß der Redaktion: 26. Januar 1920.

Abb. 4

Abb. 5

Aufnahmen des Oriongürtels bei ungewöhnlich klarer Luft (Abb. 4) **und bei leichtem Nebel** (Abb. 5)
(Zum Aufsatz von Prof. Dr. Rosenberg)

Band 53 1920

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger**
herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

April 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.
Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Flut und Ebbe. Von Prof. E. Hoff, Altona. Mit 9 Abbildungen. S. 61 — Zur Ausgestaltung und Zentralisierung der internationalen Meteorbeobachtung. Von Otto Reckendorf, Freiburg. S. 67. — Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln. Von Dr. Alfred Berger in Wien. Mit 2 Tafeln. S. 71. — Ein einfaches Positions-Differenzenmikrometer S. 74. — Die kleinsten auf photographischem Wege noch zu erkennenden Helligkeitsunderschiede. S. 76. — Aus den Ergebnissen des physikalisch-meteorologischen Observatoriums Davos. S. 77. — Zur Statistik der Sonnenflecken. S. 79. — Rundschau. S. 81. — Meinungsaustausch. S. 83. — Bücherschau S. 84.

Flut und Ebbe.

Von Prof. **E. Hoff**, Altona. Mit 9 Abbildungen.

I.

Es darf wohl als allgemein bekannt vorausgesetzt werden, daß nach dem von Newton in seinem berühmten Werke: „Philosophiae naturalis principia mathematica" aufgestellten Flutprinzipe die Fluterscheinungen des Meeres von dem Unterschiede der Anziehungskräfte hergeleitet werden, welche die hier in Betracht kommenden störenden Weltkörper, also Sonne und Mond, auf den Erdmittelpunkt einerseits und auf die Oberflächenpunkte der Erde andererseits ausüben. Um aber als feste Grundlage für die weiteren Ausführungen zuverlässige Zahlenwerte zu erhalten, sollen diese Anziehungskräfte und ihre Unterschiede hier nochmals genau festgestellt werden. Abb. 1 soll dazu dienen, die Einwirkung der Sonne auf die Erde in diesem Sinne herzuleiten. S bezeichnet den Sonnenmittelpunkt, E den Erdmittelpunkt. Bei Annahme einer Parallaxe von 8,80″ beträgt der mittlere Abstand A dieser beiden Punkte 23 439 Erdäquatorradien. Wir nehmen zunächst den einfachsten Fall an, daß die Sonne in der Ebene des Äquators sich befinde, wie dies zur Zeit der Äquinoktien zutrifft, der Kreis um den Mittelpunkt E stellt also den Äquator dar. Auf den der Sonne zunächst gelegenen Oberflächenpunkt a der Erde, für den der Stundenwinkel der Sonne gleich 0^h ist, übt naturgemäß die Sonne eine stärkere Anziehungskraft aus, als auf den Erdmittelpunkt E. Nach einer Abhandlung in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1917, Heft 7 „Entwicklung einer einfachen Berechnungsart zur Ermittelung der Massen der Sonne und des Mondes" ist die auf den Erdradius als Entfernungseinheit reduzierte Gravitationskonstante G der Sonnenmasse zu 3 255 403 m anzusetzen. Auf den Erdmittelpunkt E wirkt dann die Sonnenmasse mit der anziehenden Kraft gleich $G : A^2$ ein, für den in a befindlichen Massenpunkt des Äquators ist die Anziehungskraft gleich $G : (A - 1)^2$, der Unterschied dieser bei-

den Anziehungskräfte, oder die in a wirksame fluterzeugende Kraft ist also gleich

$$\frac{G}{A^2} - \frac{G}{(A-1)^2} = \frac{G(A^2-2A+1)-GA^2}{A^2(A^2-2A+1)}.$$

Nach einer leichten Umformung ergibt sich dieser Unterschied zu

$$\frac{-2GA+G}{A^4-2A^3+A^2}$$

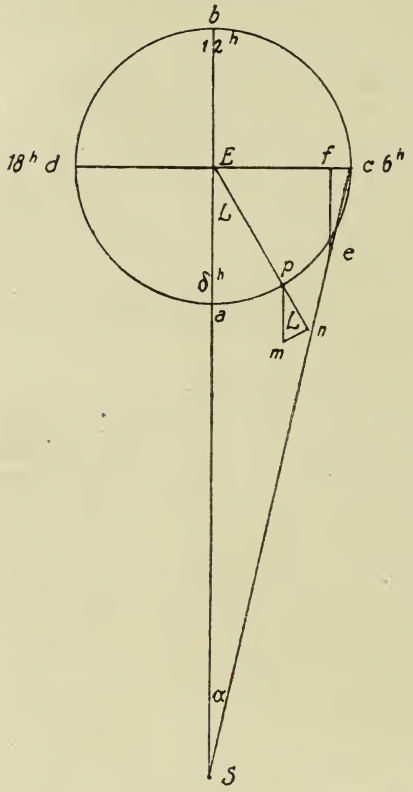


Abb. 1

und die Ausführung der angedeuteten Division ergibt wegen der bedeutenden Größe der Zahl A die sehr rasch konvergierende Reihe

$$-\frac{2G}{A^3} - \frac{3G}{A^4} - \frac{4G}{A^5} - \cdots\cdots$$

Das erste Glied der Reihe ergibt nach Ausrechnung als Bruchteil des Meters den Betrag $-0{,}0000005056$, oder in anderer Schreibweise $-5056 \cdot 10^{-10}\ m$. Das zweite Glied liefert nur noch $-0{,}3 \cdot 10^{-10}\ m$, kommt also gegen das erste Glied nicht mehr in Betracht. Die im Punkte a wirksame fluterzeugende Kraft ist also gleich

$$-\frac{2G}{A^3}.$$

Die Schwerkraft der Erde wird also im Punkte a durch den in Rede stehenden Einfluß um die angegebene sehr geringe Größe, die nur den 19 millionten Teil der Schwerkraft g der Erde, die am Äquator 9,780 728 m beträgt, herabgesetzt.

Für den dem Punkte a gegenüberliegenden Massenpunkt b des Erdäquators, für den der Stundenwinkel der Sonne gleich 12^h ist, ist der Unterschied der entsprechenden Anziehungskräfte gleich

$$\frac{G}{(A+1)^2} - \frac{G}{A^2}$$

und die daraus abzuleitende Reihe ergibt sich zu

$$-\frac{2G}{A^3} + \frac{3G}{A^4} - \frac{4G}{A^5} + \cdots\cdots$$

Die fluterzeugende Kraft im Punkte b ist also ebenfalls zu

$$-\frac{2G}{A^3} = -5056 \cdot 10^{-10}\ m$$

anzusetzen.

Auf den in Abb. 1 mit c bezeichneten Punkt des Äquators, für den der Stundenwinkel der Sonne gleich 6^h ist, wirkt die Sonne mit der anziehenden Kraft $G : A^2$, also ebenso wie auf den Erdmittelpunkt E ein. Stellt die Strecke $c\,e$ diese Kraft dar, so haben wir diese, um die vertikale Komponente, d. h. um die hier stattfindende Veränderung der Schwerkraft der Erde zu ermitteln, auf den zugehörigen Erdradius $E\,c$ zu projizieren, wodurch die Strecke $c\,f$ erhalten wird. Im Gegensatz zu den Verminderungen der Schwerkraft, die in den Punkten a und b stattfinden, wird

in c eine geringe Zunahme der Schwerkraft bewirkt. Diese ist leicht zu berechnen aus

$$+\frac{G}{A^2}\sin\alpha$$

und da $\sin\alpha = 1:A$ ist, so beträgt die Störung in c

$$+\frac{G}{A^3} = +2528\cdot 10^{-10}\ m.$$

In dem Punkte d des Äquators, für den der Stundenwinkel der Sonne gleich 18^h ist, ist selbstverständlich derselbe Störungsbetrag wie in c wirksam. Der Unterschied der Störungsbeträge in a und b einerseits, und in den Punkten c und d andererseits, oder der Spielraum, innerhalb dessen die fluterzeugende Kraft sich geltend macht, ist also gleich $3G:A^3 = 7584\cdot 10^{-10}\ m$. Auf den beliebigen Punkt p des Äquators wirkt diese störende Kraft ein mit dem Betrage $-7584\cos L$, wenn L den betreffenden Stundenwinkel der Sonne bezeichnet. Um die Beeinflussung dieser Störung auf die im Punkte p wirksame Schwerkraft der Erde zu ermitteln, haben wir die Strecke pm auf den zugehörigen Erdradius $E\,p$ zu projizieren, wodurch die Strecke pn gleich $-7584\cos^2 L$ erhalten wird. Allgemein wird, wie leicht zu erkennen ist, die vertikale Komponente der durch die Sonne bewirkten Störung dargestellt durch

$$-\frac{3G}{A^3}\cos^2 L+\frac{G}{A^3} = -\frac{3G}{A^3}\left(\cos^2 L-\frac{1}{3}\right)$$
$$= -7584\cdot 10^{-10}\cos^2 L+2528\cdot 10^{-10}\ m.$$

Nach der bekannten Darstellung verwandelt sich unter dem besprochenen Einflusse die normale, ungestörte Kreisform des Äquators in eine Ellipse, deren große Achse nach dem Sonnenmittelpunkte gerichtet ist. Durch die Rotation der Erde wird nun der Massenpunkt a in Abb. 1, der beim Stundenwinkel 0^h Hochwasser hat, nach 6 Stunden in die Stellung bei c gebracht, wo nun Niedrigwasser für den hier gedachten Beobachter eintritt. Nach weiteren 6 Stunden gelangt dieser in die Mitternachtsstellung bei b, es ist wieder Hochwasser, und nach sechs weiteren Stunden tritt in der Stellung bei d wieder Niedrigwasser ein. Das Sinken des Meeresspiegels oder die Ebbe sowohl wie das Steigen des Meeresspiegels oder die Flut finden je zweimal während eines Sonnentages statt, und beide haben die Dauer von je sechs Stunden.

Die vorstehende Darstellung von dem Ursprunge der Sonnentiden ist wohl nicht richtig, wenn in keiner Weise die jährliche Bewegung der Erde dabei berücksichtigt wird, denn dann ist nicht zu erkennen, wie das Nadir hochwasser beim Punkte b in Abb. 1 zustande kommen kann. Dies wird erst erklärlich, wenn diese Bewegung gebührend berücksichtigt wird. Bei dieser Herleitung wird zunächst die Rotation der Erde theoretisch vollständig aufgehoben, so daß also die Meridiane der Erde in bezug auf die Fixsterne des Himmels immer in derselben Lage orientiert bleiben. Dann beschreiben bei der jährlichen Bewegung der Erde, die wir zunächst als eine kreisförmige Bahn betrachten, die mit konstanter Geschwindigkeit durchlaufen wird, alle Massenpunkte des Erdkörpers genau gleich große Kreise, und es ist daher die bei dieser Bewegung sich geltend machende Zentrifugalkraft für alle Punkte genau dieselbe, die auch der Erdmittelpunkt erfährt. Für diesen aber ist die Zentrifugalkraft gleich der Anziehungskraft der Sonne, beide heben sich also auf. In dem Punkte a in Abb. 1 übertrifft dann die entsprechend stärkere Anziehungskraft der Sonne die Zentrifugalkraft, in dem Punkte b dagegen übertrifft die Zentrifugalkraft die entsprechend verminderte Anziehungskraft der Sonne, und dadurch wird es verständlich, warum in den Punkten a und b gleichzeitig Hochwasser eintritt. Wie leicht ersichtlich ist,

ergeben sich aber auch bei dieser Auffassung von der Entstehung der Tiden für die Punkte *a*, *b*, *c* und *d* genau dieselben Zahlenwerte für die Störungsgrößen, wie sie vorher berechnet wurden. Auf dieser Grundlage wurde nun die bekannte Gleichgewichtstheorie der Gezeiten aufgestellt.

Es ist nun hier zunächst die wichtige Frage zu beantworten, wie groß nach der genannten Theorie der Höhenunterschied des Hochwassers im Punkte *a* der Abb. 1 und des Niedrigwassers im Punkte *c*, oder mit anderen Worten, wie groß der Tidenhub der Sonnenwelle sein wird. Bezeichnet r den Äquatorradius der Erde gleich 6 377 377 *m* und g die normale, ungestörte Schwerkraft der Erde am Äquator gleich 9,780 728 *m*, r_1 den in den Punkten *a* und *b* zufolge der Schwerkraftsverminderung vergrößerten Abstand des Scheitels der Flutwelle vom Erdmittelpunkte, g_1 die um den angegebenen Betrag von $7584 \cdot 10^{-10}$ *m* verminderte Schwerkraft in *a* im Vergleich zum Punkte *c*, so muß, wenn Gleichgewicht stattfinden soll, $g \cdot r^2 = g_1 r_1^2$ sein, es ist also

$$r_1 = \sqrt{\frac{g r^2}{g_1}}$$

Durch Einsetzung der gegebenen Zahlen und Ausrechnung erhält man $r_1 = 6\,377\,377{,}25$ *m*, es steht also danach der Meeresspiegel in den Punkten *a* und *b* um 25 *cm* höher, als in den Punkten *c* und *d* in Abb. 1. Nach einer etwas anderen Berechnung findet Prof. Dr. Krümmel in dem Werke: „Handbuch der Ozeanographie, Band II, die Bewegungsformen des Meeres" (Stuttgart 1911) auf Seite 218 den Wert 24,6 *cm*, der also mit unserem Resultate übereinstimmt.

Mit der Sonne zugleich wirkt aber auch der Mond störend auf den Gleichgewichtszustand der Erde ein. Zwar ist seine Masse im Vergleich zur Sonnenmasse nur sehr klein (sie beträgt nur den 27 millionten Teil der letzteren), da aber sein Abstand bei Annahme einer Parallaxe von 57′ 2″ nur 60,279 Erdäquatorradien, also nur den 390. Teil des Sonnenabstandes mißt, so ist, wie die bezügliche leichte Ausrechnung ergibt, seine fluterzeugende Kraft 2,18 oder rund 2,2 mal so groß, als die der Sonne. Bei Annahme der Mondmasse gleich dem 81. Teil der Erdmasse stellt sich die auf den Erdäquatorradius der Erde als Entfernungseinheit reduzierte Schwerkraftskonstante γ des Mondes auf 0,12068 *m*. Bezeichnet *a* den eben erwähnten Abstand des Mondmittelpunktes vom Erdmittelpunkte, so wirkt der Mond nach der vorher für die Einwirkung der Sonne gegebenen Herleitung, und wenn wir uns nun im Punkte *S* der Abb. 1 den Mondmittelpunkt denken, auf den zunächst dem Monde gelegenen Punkt *a* des Äquators ein mit der fluterzeugenden Kraft

$$-\frac{2\gamma}{a^3} - \frac{3\gamma}{a^4} - \frac{4\gamma}{a^5} - \cdots\cdots$$
$$= -11300 \cdot 10^{-10}\ m.$$

An dem entferntest liegenden Punkt *b* macht sich die fluterzeugende Kraft des Mondes geltend mit dem Betrage

$$-\frac{2\gamma}{a^3} + \frac{3\gamma}{a^4} - \frac{4\gamma}{a^5} + \cdots\cdots$$
$$= -10725 \cdot 10^{-10}\ m.$$

Die Einwirkung in *a* ist also 1,05 mal stärker, als in *b*. Nach genauerer analytischer Berechnung ist aber die Störung in *a* nur um $^1/_{43}$ stärker als in *b*. Im Mittel ist die fluterzeugende Kraft nach den gegebenen Zahlen gleich $-11026 \cdot 10^{-10}$ *m*, also gleich dem 9 millionten Teil der Schwerkraft der Erde am Äquator. In den Punkten *c* und *d* ist durch den Einfluß des Mondes die Zunahme der Schwerkraft gleich

$$+\frac{\gamma}{a^2} \sin 57' 2'' = +5519 \cdot 10^{-10}\ m.$$

Nach der vorher bei der Sonne gegebenen Darstellung steht also als fluterzeu-

gende Kraft des Mondes zur Verfügung der Betrag von $-16545 \cdot 10^{-10}\ m$, der sehr nahe gleich ist

$$\frac{3\gamma}{a^3} = 16530 \cdot 10^{-10}\ m.$$

Da nach diesen Zahlen wie schon vorher bemerkt wurde, die fluterzeugende Kraft des Mondes 2,2 mal so stark ist, als die der Sonne, so ist der dadurch bewirkte Tidenhub der Mondwelle gleich 25 *cm* · 2,2 also gleich 55 *cm* zu setzen. Da nun nach einfacher Auffassung bei den Springtiden die beiden Tidenhübe des Mondes und der Sonne zu addieren, bei den Nipptiden zu subtrahieren sind, so müßte nach dieser Berechnung der Tidenhub am Äquator im Mittel 55 *cm* betragen.

Es muß hier besonders betont werden, daß nach keiner anderen Theorie und nach keinem anderen bisherigen Erklärungsversuche über die Entstehung der Tiden ein höherer Tidenhub für den Äquator berechnet werden kann. Der Betrag von 55 *cm* für den Tidenhub ist hier dadurch erhalten worden, daß wir ohne jede Rücksicht auf die in der Natur gegebenen Verhältnisse einfach den Störungsbetrag glatt in einen Tidenhub umgerechnet haben, und zwar in der Art, als ob der Massenpunkt ein völlig freier, und seine Beweglichkeit zeitlich und räumlich keinerlei Beschränkung unterworfen sei. In der Wirklichkeit aber kann der berechnete Kraftfaktor unmöglich ohne weiteres in einen Tidenhub sich umsetzen, und es kann daher der Tidenhub in der vorher berechneten Größe niemals eintreten. Weil nun bei der Berücksichtigung der in der Natur vorhandenen wirksamen Hemmungen und Widerstände der ohnehin geringe Tidenhub erheblich verkleinert sich ergeben mußte, so ersann man zur Begünstigung der schwachen Kraftwirkung eine Reihe von Hypothesen. Man nahm an, daß der ganze Erdkörper durchaus flüssig sei, also ein „Wassersphäroid" bilde, denn nur unter dieser Bedingung kann jeder Massenpunkt des Erdkörpers auf der ganzen Linie von der Oberfläche bis zum Erdmittelpunkte die dem Abstande von letzterem entsprechende jeweils neue Gleichgewichtslage annehmen, und nur dadurch kann jeder Oberflächenpunkt in den berechneten größeren Abstand vom Erdmittelpunkte gelangen. Den natürlichen Verhältnissen näher kommend, ließ man auch wohl die Annahme gelten, daß die Erde von einem sehr tiefen, ununterbrochenen Meere rings umgeben sei, aber auch schon dadurch wird der berechnete Tidenhub herabgesetzt. In der Tat aber ist die Meerestiefe im Vergleich zum Erdradius nur sehr gering, bei einer mittleren Tiefe von 3,5 *km* ist sie nur der 1820ste Teil des Erdradius. Das Meer bildet also im Vergleich zur Größe der Erde nur eine ganz flache Schale, und da der Tidenhub der erzwungenen Flutwellen von der Tiefe direkt abhängig ist, so kann der berechnete Tidenhub schon deshalb nicht eintreten. Man mußte ferner annehmen, daß alle Bewegungen des Wassers ohne jegliche Reibung erfolgen, weil durch diese die Wirkung der fluterzeugenden Kraft vermindert wird. Weiterhin ließ man die Annahme gelten, daß jeder Massenpunkt des Wassersphäroides ohne jeden Zeitverlust in die jeweils geforderte neue Gleichgewichtslage sich begeben könne, weil jede Verspätung die Höhe der Flutwelle ungünstig beeinflussen muß. Außerdem wird in Wirklichkeit der Zusammenhang des Weltmeeres durch die zwischengelagerten Kontinente unterbrochen, und dadurch die Flutbewegung unterbrochen und aufgehoben. Zur vollständigen Entwicklung der Flutwelle müßte am Äquator eine ununterbrochene Meeresfläche gleich dem halben Erdumfang zur Verfügung stehen, damit von beiden Seiten her zur vollständigen Ausbildung des Scheitels der Flutwelle das Wasser zuströmen kann.

Der Atlantische Ozean z. B. umspannt nur den sechsten Teil des Erdumfanges und schon dadurch muß in diesem eine erhebliche Verminderung des berechneten Tidenhubes eintreten.

Bei genauerer Beachtung der natürlichen Verhältnisse mußte man aber zugeben, daß der Einwirkung der störenden Kräfte auch der ganze, von der festen Rinde umschlossene Erdkörper nachgeben muß und dadurch gezwungen wird, den Schwingungen der Wassermassen bis zu einem gewissen Grade zu folgen. Gäbe der Meeresboden allenthalben in derselben Weise den störenden Kräften nach, wie das Wasser, so würden wir selbstverständlich Tiden nicht wahrnehmen können. Der jeweils beobachtete Tidenhub ist nur der Unterschied der Bewegungen, die das leichter bewegliche Wasser einerseits, und die feste Erdrinde andererseits ausführen, und je starrer die Erde ist, desto größer ist die Höhe der Flutwelle. Man hat nun berechnet, daß, wenn der feste Erdkörper die Starrheit des Stahles besäße nur zwei Drittel, und wenn er die Starrheit des Glases besäße nur zwei Fünftel des Tidenhubes eintreten könne, als wenn die Erde absolut starr wäre. Da aber der zur Verfügung stehende Kraftfaktor nur ein sehr geringer ist, die Höhe der Flutwelle aber eine überraschende Größe in der Natur aufweist, so sah man sich gezwungen, dem Erdkörper eine sehr bedeutende Gezeitenstarrheit zuzuschreiben. Man darf aber meines Erachtens sehr wohl annehmen, daß der im Innern glutflüssige Erdkörper eine sehr viel plastischere und nachgiebigere Masse ist als Glas oder Stahl, und der Geologe wird die behauptete Gezeitenstarrheit des Erdkörpers gewiß nicht zugeben können. Jedenfalls wird durch die hier besprochenen natürlichen Verhältnisse der vorher berechnete Tidenhub sehr bedeutend vermindert.

Vor allem aber muß, wenn der Aufbau der Flutwelle erfolgen soll, eine hinreichend lange Zeit zur Verfügung stehen und diese ist in der Natur nur in sehr beschränktem Maße gegeben. Würde der Einfluß des betreffenden störenden Gestirnes in der in einem bestimmten Momente angenommenen Form gewissermaßen fixiert und unverändert fortbestehen, so würden eine Reihe von Tagen oder auch wohl einige Wochen dazu nötig sein, bis auf die weite Erstreckung eines halben Erdumfanges das ganze Meer überall den theoretisch geforderten Gleichgewichtszustand angenommen hätte. G. H. Darwin fordert in seinem bekannten Werke: „Ebbe und Flut", deutsche Übersetzung von A. Pochel (Leipzig 1902) Seite 135 u. ff sogar eine unbeschränkte Zeit. Das Wasser kann an den Orten, wo die Störung ein Maximum ist und wo also der Scheitel der Flutwelle sich erheben soll, nicht ohne weiteres in die entsprechende größere Entfernung vom Erdmittelpunkte sich begeben. Die Erhebung kann nur dadurch zustande kommen, daß die Wassermassen von den Seiten her zuströmen. Zu diesem Zwecke muß aber beim Einsetzen der Flut der vorher vorhandene Ebbestrom aufgehalten und in die entgegengesetzte Richtung umgelenkt werden. Schon dadurch gehen Zeit und ein Teil der Kraft verloren. In den wenigen Stunden, die dem Aufbau der Flutwellen in der Natur zur Verfügung stehen, kann der geforderte Gleichgewichtszustand und damit der vorher berechnete Tidenhub auch nicht entfernt erreicht werden. Kaum hat die Erhebung der Flutwelle begonnen, so tragen die rasch umsetzenden und entgegengesetzt wirkenden Kräfte dieselbe schon wieder ab. Ohne auf weitere terrestrische und lokale Hemmungen und Verzögerungen hier näher einzugehen, müssen wir, wenn wir nach streng kritischer Prüfung die Einflüsse der genannten Widerstände in Abzug bringen, aus den vorhergehenden Erwägungen den sicheren Schluß ziehen, daß, wenn

wir den Newtonschen Kraftfaktor zugrunde legen, der Tidenhub am Äquator höchstens einige Zentimeter betragen kann, und auch diese Größe ist, nach später zu bringenden Beweisen, noch zu günstig angenommen.

(Fortsetzung folgt).

Zur Ausgestaltung und Zentralisierung der internationalen Meteorbeobachtung.

Von Otto Reckendorf, Freiburg.

I.

Trotz der schwierigen politischen Verhältnisse ist die geradezu als mutige Tat zu bezeichnende Gründung der „Ingedelia" von deutschen Astronomen unternommen worden. Möge es hier, im Dienst der Wissenschaft, recht bald gelingen, mit unseren jetzigen politischen Feinden die gemeinsame Arbeit wieder aufzunehmen und bedeutend auszugestalten. Zunächst ist es vor allem erwünscht, die Beziehungen zu Astronomen des neutralen Auslandes, den nordischen Staaten, Holland und der Schweiz fester zu knüpfen, um dann von da aus weiter vorzutasten.

Es ist klar, daß sich für die größere Zahl der Liebhaberastronomen zwei Betätigungsfelder in erster Linie darbieten: 1. die Beobachtung der veränderlichen Sterne und 2. die Beobachtung der Sternschnuppen und Meteore. Soll nun aus den zahlreichen, über viele Länder verstreuten Beobachtungen ein erheblicher Nutzen gezogen werden, so bedarf es einer durchgehenden Organisation und Zentralisierung möglichst vieler Beobachter über jegliche politische Grenzen hinweg. Was die Beobachtung der Veränderlichen betrifft, so mögen anschließend an ältere Veröffentlichungen im Sirius von anderer Seite diesbezügliche Vorschläge vorgebracht werden. Ich möchte hier lediglich im Anschluß an frühere Ausführungen für kleineren Maßstab einige Vorschläge zur internationalen Arbeit der Meteorastronomie machen, zunächst aber einige Ansichten über die Gestaltung der Gesamtorganisation äußern.

Ihr engerer Zweck soll der sein, daß uns die Arbeiten und Beobachtungsergebnisse aus dem Auslande zur Vervollkommnung unseres eigenen Materials unmittelbar zur Verfügung stehen, in demselben Maße, wie auch unser Material dem Auslande zur Verfügung stehe. Dies ist ja ohne weiteres der Fall überall da, wo der gegenseitige Austausch durch die „Vereinszeitschrift" vermittelt wird. Aber diese Vereinszeitschrift in deutscher Sprache darf der Organisation keine Grenzen ziehen. Vielmehr muß allmählich ein allseitiger Arbeitenaustausch angestrebt und gefördert werden, der außerhalb der durch Sprachverschiedenheiten gesetzten Schranken steht. Wie zu hoffen ist, werden sich bald mehr Teilgruppen sowohl in Deutschland, als allmählich auch im Ausland bilden, sich den jeweiligen örtlichen Verhältnissen anpassend und mehr oder weniger selbständig arbeitend; und während nun innerhalb eines Staates das Material der einzelnen Gruppen in eine Zentrale zusammenströmt, wird eben die vermittelnde Tätigkeit der Staatengruppen in der gegenseitigen Auswechslung des Gesamtmaterials beruhen müssen.

II.

Soviel über das Gesamtbild der zu schaffenden Organisation. Was nun

die einzelnen Arbeitsgebiete betrifft, so mag es hier angebracht sein, die Hauptgesichtspunkte der Meteorastronomie, wie sie für eine so umfassende Bearbeitung in Betracht kommen, in Kürze festzulegen. Die Bedeutung, die der Meteorbeobachtung für die astronomische Wissenschaft zukommt, beruht ja u. a. beispielsweise darin, daß sie uns genaue Auskunft geben soll über die Größe der Gesamtmasse aller Körper, die in Form solcher kleinen Weltstäubchen den Raum unseres Sonnensystems und in derselben Weise zum mindesten das ganze Milchstraßensystem erfüllen. Wir können aus ihrer Zahl und Masse weiter auf diejenigen körperlichen Bestandteile des Weltalls schließen, die in noch feinerer und wohl auch viel massenhafterer Verteilung den uns umgebenden Raum erfüllen, die wir aber wegen ihrer Kleinheit und der Unscheinbarkeit ihrer etwaigen Wirkungen nicht mehr wahrnehmen können. Langdauernde Beobachtungsreihen können uns ferner unter günstigen Umständen Aufschluß darüber geben, ob die Zahl, bzw. Masse der uns begegnenden Körper konstant bleibt oder irgendwelchen Schwankungen unterliegt, zum mindesten, ob sie während der Beobachtungsperiode (welche freilich schon eine erhebliche Dauer besitzen muß), vielleicht im Zu- oder Abnehmen begriffen ist.

Ein besonderes Arbeitsgebiet befaßt sich mit den regelmäßig wiederkehrenden Strömen, die in geschlossener Bahn dem Sonnensystem angehören. Hier ist z. B. durch Beobachtung die Frage zu beantworten, wie schnell und in welcher Weise sich die Körper im Laufe der Zeit relativ zueinander in dieser Bahn verteilen. Besonders dankbar wird dies bei solchen Strömen zu beobachten sein, deren Masse noch vor kurzer oder auch absehbarer Zeit größtenteils auf einen Punkt in Gestalt eines Kometen vereinigt war. Weiterhin interessiert die Feststellung, inwieweit die täglich auftretenden Sternschnuppen wirklich sporadisch sind, oder einem wenn auch noch so dünn verteilten Schwarm angehören[1]).

Ein in gleicher Weise astronomisch, als auch meteorologisch wichtiger Beobachtungsgegenstand ist erstens die Bahnhöhe und -länge der Meteore, sowie zweitens ihre Färbungen[2]) und drittens die Art und Weise der Geschwindigkeitsabnahme bei größeren Objekten. Hier sei ferner die bis jetzt noch offene Frage erwähnt, ob und nach welchen Gesichtspunkten letzten Endes die großen, eigentlichen Meteore und Meteoriten von den gewöhnlichen kleinen Sternschnuppen im wesentlichen zu unterscheiden sind.

III.

Aus dem Vorhergesagten ist also zu ersehen, daß die Hauptaufgabe, welche zu lösen ist, darin besteht, die Gliederung der Sternschnuppen nach ihrer kosmischen Herkunft und ihren physikalischen Eigenschaften klarzulegen. Es muß daher eine großzügige Statistik des zuströmenden Materials durchgeführt werden. Es sind da, entsprechend dem vorhergesagten, in einer Hauptgruppe die jährlich wiederkehrenden Ströme zu behandeln. Und zwar ist durch einfache Zählung die jeweilige Stromdichte zu ermitteln, ferner durch die Anzahl der Tage, während derer zu einem bestimmten Strom gehörige Objekte feststellbar waren, die „Dicke" des Stromringes festzustellen; endlich ist die Färbung der einzelnen Objekte und damit die durchschnittliche Färbung eines Stromes und ihre etwaige Veränderung bei jeder einzelnen Wiederkehr zu prüfen (letzteres

[1]) Diese Fesstellung dürfte überhaupt kaum möglich sein. H.

[2]) Vgl. Wegener, über den Farbenwechsel der Meteore, Sirius 1915, S. 145.

würde unter Umständen auf Verschiedenheit der Körper nach ihrer chemischen Beschaffenheit in verschiedenen Bahnteilen schließen lassen). Weiter gehört zu dieser Gruppe noch die Feststellung neuer oder noch nicht erkannter schwächerer Schwärme.

Etwas schwieriger gestaltet sich zur genauen Erforschung die Gliederung aller übrigen Erscheinungen. Als Hauptrichtungspunkte, nach denen hier verfahren werden muß, kommen indessen vor allen erstens die Größe bzw. Lichtstärke der Objekte und zweitens ihre Geschwindigkeit in Betracht. Im übrigen sind bei dieser Gruppe hauptsächlich fördernd genaueste Zählungen der Erscheinungen und eine Gliederung nach den einzelnen Bahnrichtungen. Ein sehr wichtiger Gesichtspunkt sind die täglichen Häufigkeitsmaxima[1]) und ihre etwaige Verschiebung während der verschiedenen Jahreszeiten. Es sei an dieser Stelle besonders erwähnt, daß gerade zur Feststellung der täglichen Perioden nach Ort und Zeit gleichzeitige Beobachtungen von zwei Erdhälften sehr wesentlich werden können, so daß auch aus diesem Grunde Beziehungen z. B. zu Amerika (ev. auch Südafrika) sehr zu wünschen sind (auch für die Erforschung der Veränderlichen fordert dies Herr Prof. Guthnick, Sirius 1916).

IV.

In aller Kürze sei hier noch einiger weniger beobachtungstechnischer Merkpunkte Erwähnung getan. Jeder Beobachter wird natürlich bestrebt sein, bei seinen Aufzeichnungen ein möglichst geringes Maß von Fehlern mit eingehen zu lassen. Um annähernd fehlerfreie Angaben über einen Beobachtungsgegenstand machen zu können, muß man sich erstens durch viele Übung einige Beobachtungssicherheit aneignen, zweitens muß man einigermaßen über die Art und Neigung seiner persönlichen Fehler Bescheid wissen, um den Aufzeichnungen die nötigen verbessernden Angaben beifügen zu können. Seine Helligkeitsschätzungen kann man prüfen durch Schätzungen an Fixsternen, die Fehler bei Schätzungen der Leuchtdauer kann man ebenso durch zweckmäßige Übungen mit Hilfe einer zweiten Person kennen lernen und auf ein Mindestmaß bringen.

Besondere Schwierigkeit bietet oft die Festlegung von Meteorbahnen am Dämmerungs- und Tageshimmel, überhaupt, wenn sie nach den Sternen bzw. den äquatorealen Koordinaten unmöglich ist. Es werden dann einfache Höhenschätzungen der ausgezeichneten Bahnpunkte notwendig, bei welchen mit Vorteil der von C. Hoffmeister schon erwähnte und leicht selbstanzufertigende kleine Pendelquadrant, oder aber auch ein einfacher Maßstab (den man gestreckt von sich hält) benützt wird. Unbedingt notwendig ist es bei Erscheinungen am gestirnslosen Himmel, diese möglichst schnell durch eine Skizze ihrer Bahnneigung gegen den Horizont festzuhalten und den Punkt des Horizontes zum mindesten, welcher senkrecht unter dem Endpunkt der Bahn liegt, nach festen Merkpunkten und gegebenenfalls auch nach der Himmelsrichtung zu bestimmen[1]).

Was die Festlegung der Bahnen gewöhnlicher Sternschnuppen am gestirnten Himmel betrifft, so bedient man sich hierzu am besten einer schwarz auf weiß gedruckten Sternkarte, in die

[1]) Das tägliche Maximum findet im Durchschnitt bei der Kulmination des Apex, gegen 18^h Ortszeit, statt, und läßt sich daher meist gar nicht beobachten. H.

[1]) Diese Angaben sollen lediglich einen Anhalt dafür bieten, wie man den nur zufällig beobachtenden Laien, auf dessen Beobachtungsangaben man oft angewiesen ist, hierzu anleiten kann.

man die Bahnen entweder direkt oder auf ein übergespanntes gut durchsichtiges Papier einzeichnet.

Bei der planmäßigen Sternschnuppenbeobachtung sei jeder einzelne darauf bedacht, nicht nur Bruchstücke, sondern möglichst zusammenhängende und längere Beobachtungsreihen zu liefern. Zur Geschlossenheit einer Beobachtungsreihe gehört auch, daß sie vornehmlich ein bestimmtes abgegrenztes Himmelsgebiet betrifft. Was die Wahl des Himmelsabschnittes angeht, so ist diese bei der Beobachtung von Strömen durch die Lage des jeweiligen Radiationspunktes bestimmt, bei der Beobachtung der sporadischen Sternschnuppen dagegen nach dem Belieben des Beobachters zu treffen; doch sollten, zum mindesten von verschiedenen Beobachtern nach Übereinkommen die verschiedensten Himmelsabschnitte (nicht nur der allerdings mit Recht gern bevorzugte Osthimmel) berücksichtigt werden.

Die erste Voraussetzung für das Gelingen längerer, zuverlässiger und vollkommener Beobachtungen ist weitestgehende Rücksicht auf die eigenen körperlichen Bequemlickheitsbedürfnisse des einzelnen Beobachters, denn die Hauptforderung, welche die Sternschnuppenbeobachtung an den einzelnen stellt, ist nicht die geistige Tätigkeit, sondern die eiserne Ausdauer des Beobachters. Die ganze Arbeit kann nicht ohne ein erhebliches Maß von Opferfreudigkeit durchgeführt werden. Die Beobachtung der sporadischen Sternschnuppen und schwächeren Ströme, welcher die größere wissenschaftliche Bedeutung zukommt, kann manchmal darin bestehen, daß als Ergebnis von mehreren Stunden einige wenige, vielleicht 2 oder 3 Erscheinungen zu verzeichnen sind. Da ist ein Höchstmaß von Geduld und Ausdauer notwendig. Möge aber trotzdem die Zahl derer sich mehren, die solche Opfer um der Wissenschaft willen nicht scheuen!

V.

Um die Sternschnuppen- und Feuerkugelbeobachtung in größerem Maßstabe organisieren zu können, ist es unbedingt notwendig, das Interesse hierfür mehr und mehr in allen Kreisen zu verbreiten. Es wäre deshalb höchst erfreulich, wenn noch mehr Leute des Fachs die Propaganda für dieses Gebiet weitgehend unterstützen würden. Das Thema der Meteorbeobachtung eignet sich vorzüglich für gemeinverständliche Vorträge, wie sie von wissenschaftlichen Vereinigungen allerorts abgehalten werden. Nicht zu unterschätzen ist auch der Wert kleiner Aufsätze aus diesem Gebiet in den Tageszeitungen.

Ebenso wie die Propaganda im Inland, ist auch ganz besonders die Werbung von Beobachtern im Ausland für unsere Organisation notwendig. Jeder einzelne, der irgendwelche Verbindungen zum Ausland besitzt, muß sich berufen fühlen, auch dort im Sinne fester wissenschaftlicher Zusammenschließung zu werben. Besonders notwendig erscheint mir, was ja auch aus obigen Darlegungen hervorgeht, Beziehungen zu Amerika aufzunehmen, wo ja leider in jüngster Zeit in Pickering ein Mann verloren gegangen ist, der ungeachtet aller nationalen Unterschiede unsere Sache nach Kräften gefördert haben würde.

Es war nicht der Zweck dieser Zeilen, die Durchführung der Beobachtung im einzelnen zu besprechen[1]), sondern es sollte hier vielmehr in erster Linie der allgemeinen Gesichtspunkte gedacht

[1]) Es sei auf meine Ausführungen in Heft 3, 1916 und denen des Herrn Hoffmeister 10, 11, 1916 hingewiesen.

werden, um in weiteren Kreisen und nicht zum wenigsten auch unter den älteren Schülern für dieses anziehende astronomische Gebiet zu werben. [111]

Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln.

Von Dr. **Alfred Berger** in Wien.

Mit 2 Tafeln.

Für den Amateur-Astronomen, welcher bei der Beschaffung der Instrumente für sein „Observatorium" auf eigene, meist knappe Mittel angewiesen ist, sind die Wünsche nicht befriedigt, auch wenn er ein Instrument sein eigen nennen darf. Die geeignete Aufstellung ist auch im Fall eines kleinen Instrumentes, soll sich sein Gebrauch auch nur einigermaßen für den Besitzer fruchtbar erweisen, unerläßlich. Die Kosten einer Kuppel übertreffen für Instrumente kleiner Dimensionen meist erheblich die Anschaffungskosten des Instrumentes, und weil naturgemäß jeder Amateur seine verfügbaren Mittel zunächst für ein möglichst vollkommenes Instrument anlegen will, bleibt für die geeignete Aufstellung unter einer Drehkuppel aus finanziellen Gründen oft keine Möglichkeit.

„Ersatz" für die Drehkuppel ist wiederholt auch im Sirius in Vorschlag gebracht worden. Für kleinere Instrumente wird ja auch die Hütte mit aufklappbarem Dach ihren Zweck erfüllen. Aber das Bestreben, sein Instrument vor Wind und Wetter vollständig gesichert zu wissen und die Beobachtungen einigermaßen bequem zu gestalten, wird, wie ich glaube, die Drehkuppel stets vermissen lassen.

Gedanken dieser Art haben mich bestimmt, für meinen schönen Refraktor (Zeiß, Astro-Liste 30, Nr. 50) eine Drehkuppel selbst zu bauen. Der Bau der Kuppel erforderte nicht allzu große Mühe, die Kosten waren trotz der im Kriege hohen Materialpreise relativ sehr gering und, was die Hauptsache ist, die Kuppel hat sich nach bald zweijährigem Gebrauch außerordentlich bewährt und läßt nichts zu wünschen übrig. In der Annahme, mich dem einen oder anderen Leser des Sirius durch Bekanntgabe meines Arbeitsplanes und aller näheren Details nützlich erweisen zu können, lasse ich im folgenden eine genaue Beschreibuug der von mir gebauten Kuppel folgen.

Die Dimensionen meines Instrumentes erforderten eine Kuppel von 3 *m* Durchmesser. Dies gilt im allgemeinen für Instrumente bis zu 1.75 *m* Brennweite. Darüber hinaus bis zu 1.90 *m* Brennweite dürfte ein Kuppeldurchmesser von 3.5 *m* entsprechen. Jedenfalls würde ich nicht empfehlen, über dieses Maß meinen Arbeitsmethoden zu folgen, da die notwendige Rücksicht auf Festigkeit und leichten Gang für größere Maße andere Vorsorge bedingen müßte.

An Werkzeug wird recht wenig benötigt. Da die Konstruktion in Eisen ausgeführt wird, ist ein starker Metallsägebogen samt einem Dutzend Sägeblättern und eine Handbohrmaschine (Brustleier) samt dazu passenden Spiralbohrern verschiedener Dimensionen die Hauptsache. Werkbank und Schraubstock verstehen sich von selbst, dazu Hämmer, Feilen, Schraubenschlüssel, verschiedene Zangen. Das ist alles. Ich wollte unter allen Umständen vermeiden, bei dem einen oder anderen Werkstück den Schlosser zu Rate ziehen zu müssen; hierauf mußte die Konstruktion von vorneherein Bedacht nehmen. Im speziellen bedeutete dies zunächst den Verzicht auf die Biegemaschine zum Rundbiegen der Metallgurten und Trä-

ger der Kuppel. Auch Verstöße gegen die Statik durften, wo es galt, der bequemen Herstellung ein Opfer zu bringen, nicht tragisch genommen werden. Bei den kleinen Dimensionen sind solche Verstöße nicht bedenklich.

An Material wird für die Eisenkonstruktion benötigt: An 40 Stangen je 4 *m* Winkeleisen von 2 *mm* Stärke und 3 *cm* Schenkelbreite. 5 Stangen je 4 *m* Winkeleisen von 3 *mm* Stärke und 3 *cm* Schenkelbreite. 10 Stangen je 4 *m* Flacheisen von 4 *mm* Stärke und 3 *cm* Breite. 12 Kugellagerrollen von 8 bis 10 *cm* Durchmesser. An 600 Mutternschrauben von 15 bis 20 *mm* Länge und 5 bis 6 *mm* Stärke. An 50 Mutternschrauben von 6 *cm* Länge und 7 bis 8 *mm* Stärke.

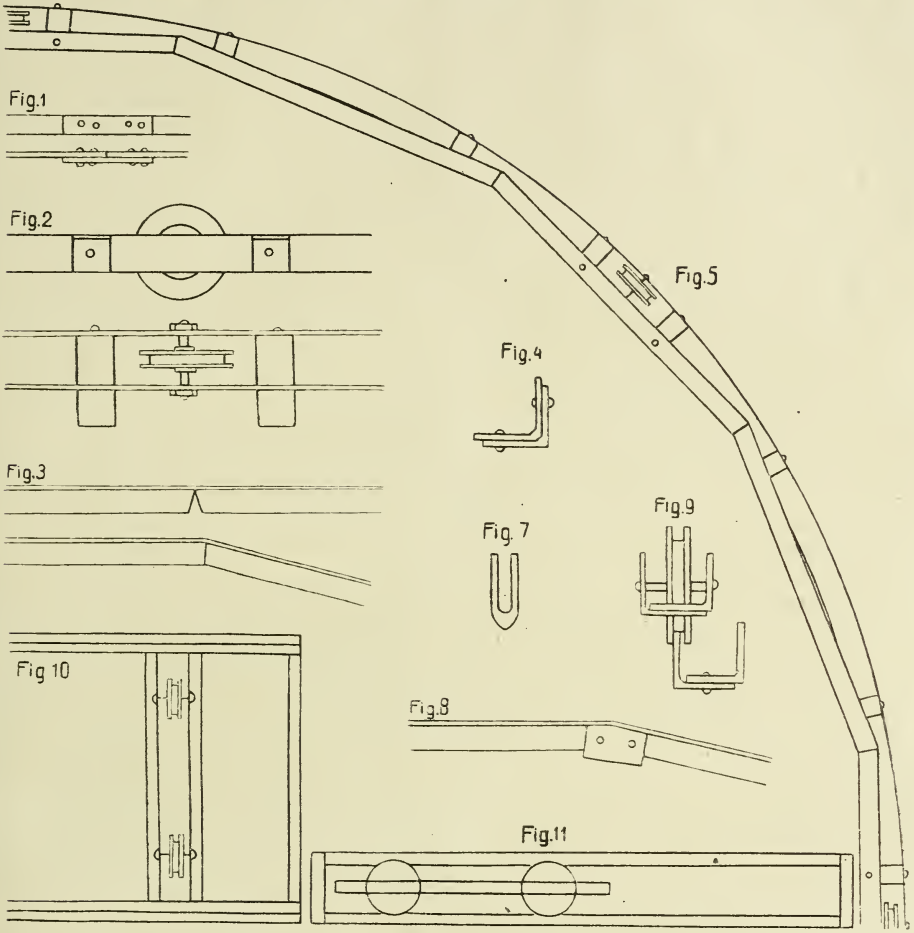
Wie bereits angedeutet, verzichte ich auf die Biegung der Winkeleisenstangen nach dem Radius von 1.5 *m*, da dies nur mittels Maschinen in der notwendigen Exaktheit ausführbar ist. Ich setze vielmehr an die Stelle des Kreises durchwegs das 16-Eck. Die Abweichung von der Kugelgestalt der Kuppel ist verhältnismäßig sehr gering, und die Arbeitsersparnis hierdurch insbesondere auch bei der Eindeckung der Kuppel sehr erheblich. Auch die Herstellung der Spalttüre ist auf Grund dieses Umstandes wesentlich erleichtert, wie sich späterhin ergeben wird.

Wir schreiten zunächst an die Ausführung des wichtigsten Teiles, des Rollenkranzes. Auf dem Boden des Raumes, den wir als „Montage Halle" erwählt haben, werden zwei Kreise vom Radius 1.48 *m* und 1.52 *m* konzentrisch aufgerissen. Entlang des inneren Kreises, in etwa 3 *mm* Abstand von diesem gegen den Mittelpunkt werden starke Nägel in den Boden geschlagen, so daß diese etwa 3 *cm* aus dem Boden ragen. Der gegenseitige Abstand der Nägel soll 10 bis 15 *cm* betragen. Nunmehr wird aus dem 4 *mm* starken Bandeisen um den Kranz der Nägel ein Reifen gebogen und das Bandeisen mit dem nächst folgenden dadurch verbunden, daß man ein 15 *cm* langes Stück desselben Eisens über die fest zusammengestoßenen Enden legt und mit 4 Schrauben befestigt. (Abb. 1.) Das letzte Stück Bandeisen wird dann entsprechend der Länge des Umfanges dieses Reifens mit der Metallsäge abgeschnitten und mit dem Anfang in der beschriebenen Art so verlascht, daß der Reifen fest auf dem Kranz der Nägel aufsitzt. In genau der gleichen Weise bilden wir uns einen Reifen von 1.52 *m* Radius, welcher also zwischen sich und dem konzentrischen ersten Reifen überall genau 4 *cm* Abstand einhält. Während die 15 *cm* langen Bandeisenstücke (Laschen), welche zur Verbindung der Bandeisen untereinander dienen, beim ersten Reifen von innen aufgesetzt werden, geschieht dies beim zweiten Reifen von außen. Man achte darauf, daß nicht zwei dieser Laschen des inneren und äußeren Reifens an dieselbe Stelle kommen.

Nunmehr schneidet man aus einer 5 *cm* starken Stange aus hartem Holze (am besten Gardinenstange) 4 *cm* lange zylindrische Stücke, deren wir 32 benötigen. Diese Klötze werden zu je zwei in 15 *cm* Abstand an acht Stellen in genau gleichem Abstand voneinander (entsprechend den Eckpunkten des dem Kreise eingeschriebenen regulären Achteckes) zwischen die beiden Reifen gepreßt. Die übrigen 16 Klötze kommen zu je zwei in die den Seiten des Achteckes entsprechenden Räume zwischen den zwei Reifen. (Abb. 5.) Sind alle Klötze eingefügt, dann sollen die beiden Reifen mit den Klötzen ein strammes Ganzes bilden, ohne daß jedoch das Eintreiben der letzten Klötze besondere Gewalt erheischen darf, da sich anderenfalls die Reifen verspannen würden.

Sind die Klötze genau an den entsprechenden Stellen, dann werden diese bezeichnet, und nachdem alles auseinandergenommen ist, an diesen Stellen die Löcher für die 6 *cm* langen Schrauben

gebohrt. Entsprechend werden auch die Klötze zentrisch durchbohrt, so daß diese Schrauben leicht hindurchgehen. Hernach wird alles zusammengesetzt und fest verschraubt wieder über den



inneren Kranz der Nägel gezogen, während der äußere entfernt wird. Die Klötze dürfen über den Bandeisenring nicht hinausragen. Sollte dies der Fall sein, so sind sie entsprechend abzustemmen. Vor der Zusammensetzung des Ringes haben wir uns aus dem 3 *mm* starken Winkeleisen 16 3 *cm* lange Stücke geschnitten. Diese werden durchbohrt und auf der Innenseite des Ringes auf die 16 Mutterschrauben aufgesetzt, welche den acht Paaren an den Ecken des Achteckes entsprechen. Abb. 2 gibt für das Gesagte die nähere Erläuterung. Die Fläche des oberen Schenkels der genannten Winkeleisenstücke muß mit dem oberen Rande der Reifen in einer Ebene liegen.

Nunmehr fertigen wir aus dem 3 *mm* starken Winkeleisen ein 16-Eck. Dies geht sehr einfach dadurch, daß wir aus dem einen Schenkel des Eisens an den Stellen, welche den Ecken des einem Kreise von 1.5 *m* Radius eingeschriebenen 16-Eckes entsprechen, einen Winkel aus dem Eisen herausschneiden, welcher dem Supplement des Winkels

des regulären 16-Eckes entspricht. Ist dies geschehen (Abb. 3), dann läßt sich das Eisen leicht zusammenbiegen (Abb. 3). Die Winkel müssen mit möglichster Exaktheit ausgeschnitten werden. Zum Aufreißen derselben auf dem Winkeleisen fertigen wir uns aus einem Brettchen ein für allemal eine „Lehre". Zur Verbindung der einzelnen Winkeleisenstangen benutzen wir Stücke desselben Winkeleisens von 15 *cm* Länge, welche nach entsprechender Bohrung auf die beiden Enden der zusammengestoßenen Stangen aufgesetzt und verschraubt werden. Da das Winkeleisen dort, wo die beiden Schenkel zusammenstoßen, im Fleisch stärker ist, müssen wir, um einen exakten Sitz der Verbindungslaschen zu erzielen, die Kanten dieser Laschen vorher mit der Feile etwas abstumpfen. (Vgl. Abb. 4.) Die Verbindung der Winkeleisen untereinander soll stets in der Mitte der Seiten des 16-Eckes erfolgen. Bei einer Länge des Eisens von 4 *m* wird man mit drei solchen Verbindungen auskommen.

Ist dieses 16-Eck aus dem starken Winkeleisen hergestellt, dann wird es auf den Rollenkranz aufgelegt. Die Seitenmitten kommen hierbei auf die 3 *cm* breiten Winkeleisenstücke aufzusitzen und werden nach Bohrung auf diesen festgeschraubt. Man wird gut daran tun, bei der Herstellung des 16-Eckes für jede Stange vor dem Verlaschen mit der nächsten Stange sich davon zu überzeugen, ob die Seiten genau auf die 3 *cm*-Winkel aufsitzen, wobei die Ecken des 16-Eckes auf dem Kreise von 1.5 *m* Radius liegen, demnach in die Mitte zwischen den beiden Reifen fallen. (Abb. 5.)

Zur Fertigstellung des Rollenkranzes fehlen nun noch die Rollen. Diese sollen einen Durchmesser von 8 bis 10 *cm*, eine Achsenlänge von 6.5 *cm* besitzen und die eingedrehte Nut soll am Grunde 9 bis 10 *mm* breit und an 8 bis 10 *mm* tief sein. Man erhält Rollen dieser Dimensionen in jeder größeren Eisenhandlung. Am besten wählt man Kugellagerrollen, wie solche für Schiebetüren im Handel zu haben sind, nehme jedoch nicht solche mit auf die Achse aufgeschraubten Lagerkonussen, sondern solche, welche auch in der Richtung der Achse auf dieser verschiebbar sind. Dieser Umstand ist wichtig, weil hierdurch für die Rolle Spielraum zwischen den beiden Reifen bleibt und eventuelle geringe Abweichungen von der Kreisgestalt bei der Drehung der Kuppel ausgeglichen werden. Nachdem die Löcher für die Achsen der Rollen an 8 Stellen des Kranzes, genau in der Mitte zwischen den in 15 *cm* Abstand stehenden Klötzen gebohrt sind, werden die Rollen eingesetzt und verschraubt und der wichtigste Teil der Drehkuppel ist fertig.

(Fortsetzung folgt).

Ein einfaches Positions-Differenzenmikrometer.

Der Liebhaberastronom, der sich eingehender mit der Verfolgung bestimmter Aufgaben beschäftigt, wird in die Lage kommen, Messungen am Himmel vorzunehmen. Auf die Verwendung des für solche Zwecke in erster Linie in Frage kommenden Instrumentes, des Positionsfadenmikrometers mit beweglichen Meßfäden, muß der Liebhaber meistens verzichten. Da bleiben dann nur die einfachen Mikrometer, vor allem das Ringmikrometer und das Differenzenmikrometer.

Für Beobachtungen an meinem parallaktisch aufgestellten Vierzöller ohne Uhrwerk benütze ich seit einiger Zeit ein Mikrometer eigener Konstruktion, das bequem zu handhaben ist und dabei

befriedigende Ergebnisse zeitigt[1]). Es ist ein Mikrometer mit Positionskreis und einem festen, aber in jeden Winkel zur N—S-Linie einstellbaren Meßfaden, das Positionswinkel direkt, Abstände aber durch Beobachtung der Durchgangsaugenblicke zu messen erlaubt. Das neue an dem Instrument ist, daß man die Sterne nicht nur am senkrecht zur täglichen Bewegung gestellten Faden passieren läßt, sondern z. B. bei engen Doppelsternen an dem geeignet schief dazu gestellten Faden, so daß man den Zeitunterschied des Passierens beliebig vergrößern und damit die Meßgenauigkeit bedeutend erhöhen kann[2]).

Ein Beispiel mag dies erläutern. Es sei in Abb. 1 das Gesichtsfeld des Mikrometers dargestellt. A sei ein Stern, B ein zweiter, dessen Lage zu A bestimmt werden soll. a—b bzw. c—d seien die Richtungen der Bewegung durch das Gesichtsfeld, e—f sei die Nord-Südlinie.

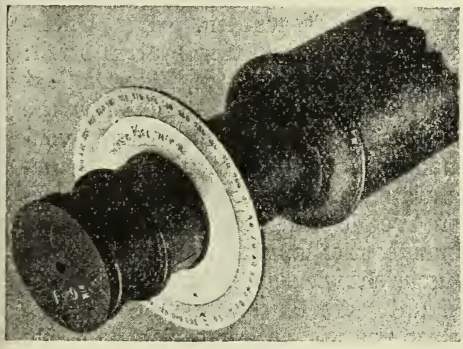


Abb. 1

Zunächst wird der Meßfaden in Richtung der Verbindungslinie A—B eingestellt, was durch mehrfaches Probieren auf gleichzeitiges Passieren der Sterne sehr genau erreicht werden kann.

[1]) Das Mikrometer wird gebaut bei der „Feinmechanischen Anstalt" in Nürnberg.

[2]) Es handelt sich also um eine Art „Differenzmikrometer", wie es schon 1845 von Boguslawski angegeben wurde. Red.

Damit ist der Positionswinkel α, der am Kreis abgelesen werden kann, festgestellt. Nun wird der Faden weitergedreht, bis er einen sehr spitzen Winkel mit der Richtung der täglichen Bewegung bildet, etwa in die Lage i—k, die wieder am Kreis abgelesen wird. Durch Subtraktion des Winkels α wird γ bestimmt.

Nun beobachtet man mit Hilfe einer Sekundenuhr die Durchgangszeiten, d.h. bestimmt den Zeitunterschied, um den der Stern B später den Faden passiert als A. Der Durchgangspunkt des Sternes B ist C. Aus der Zeit — die mit t bezeichnet sei — in Sekunden findet man die Länge der Strecke $B\,C$ zu $15\,t \cdot \cos\,\delta$ Bogensekunden (δ ist die Deklination). Es muß nun noch der Winkel bestimmt werden, der $270° - (\alpha + \gamma)$ ist $-(\alpha + \gamma)$ war die zweite Ablesung am Kreis — und nun findet sich der Abstand $A\,B =$

$$\frac{BC \cdot \sin\beta}{\sin\gamma} \text{ oder } \frac{15 \cdot t \cdot \cos\delta \cdot \sin\beta}{\sin\gamma}$$

Bogensekunden.

Der Meßfaden hat bei meinem Mikrometer eine Stärke von fast 0,5 *mm*. Dies hat den Vorteil, daß es selbst bei dunklem Himmelsgrund (starke Vergrößerung) deutlich zu sehen ist. Außer-

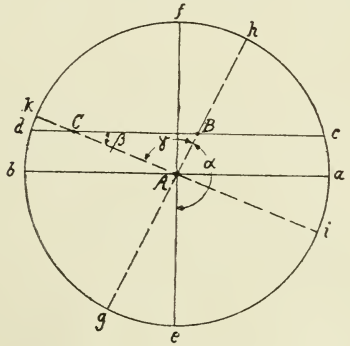


Abb. 2

dem kann man Ein- und Austrittszeiten an den beiden Fadenkanten messen und dadurch die Genauigkeit noch erhöhen. Den für jeden Fall günstigsten Winkel

wird man durch Übung bald finden, auch kann man mit verschiedenen Winkeln die Messungen wiederholen. Die Auswertung der Gleichung

$$\frac{15 \cdot t \cdot \cos\delta \cdot \sin\beta}{\sin\gamma}$$

ist nicht schwierig, immerhin können dabei Irrtümer vorkommen, da β und γ meist in verschiedenen Quadranten liegen. Ich habe deshalb ein Hilfsmittel dafür durchgebildet, eine Vereinigung einer Tafel mit einem einstellbaren Teilkreise, aus der fast ohne Rechnung die Resultate genau abgelesen werden können.

Eine Ansicht des Mikrometers am Fernrohr zeigt die Abbildung 2. Ich hoffe Gelegenheit zu haben, Messungen mit dem neuen Mikrometer bei Gelegenheit veröffentlichen zu können.

[1149 G. v. Hanffstengel.

Die kleinsten auf photographischem Wege noch zu erkennenden Helligkeitsunterschiede.

Die große Empfindlichkeit der photographischen Platte, schwache Lichtreize durch Integration über eine gewisse Dauer noch zur Wahrnehmung zu bringen, ist wohl bekannt. Eine andere Frage jedoch bleibt es, wie weit sie fähig ist, Helligkeitsunterschiede durch verschiedene Schwärzung wiederzugeben. Dieses Problem ist von A. Hnatek (Zs. f. wiss. Phot. **16**, S. 323, 1917) mit Hilfe des Scheinerschen Sensitometers einer eingehenden Untersuchung unterzogen.

Zunächst erörtert er den Einfluß der hierbei benutzten intermittierenden Beleuchtung. Nach Schwarzschild ist die Schwärzung hierbei von dem Verhältnis der Dauer der Lichteinwirkung zu der der Expositionspause abhängig, da bei letztgenannter ein Rückgang der Schwärzung eintritt, welcher um so stärker wird, je länger die Pause und je geringer die Intensität dabei ist. Bei den Versuchen wurde nun eine Sektorscheibe mit einer Öffnung von 100° benutzt, die nacheinander auf 101°, 102° . . . bis 108° eingestellt werden konnte. Dabei wird also die Pause proportional dem Helligkeitszuwachs kleiner, so daß nach den Ergebnissen von Schwarzschild ein Anwachsen der Schwärzung und damit auch des Schwärzungskontrastes gegen die dem Sektorwinkel von 100° entsprechende Normalschwärzung hätte eintreten müssen, was also noch eine Verschiebung des Untersuchungsergebnisses zu Gunsten der Kontrastempfindlichkeit der Platte bewirken würde.

Als Lichtquellen dienten eine kleine Benzinlampe sowie ein 4 Volt-Glühlämpchen von 2 HK, bei welchen Entfernung und Expositionszeit entsprechend variiert wurden. Zur Untersuchung gelangten vier Plattensorten: Agfa-Spezial, Elko-Ultra, Elko-Gaslicht und Germaniaplatte. Geachtet wurde von zwei Beobachtern unabhängig voneinander auf das Auftreten eines Schwärzungskontrastes, wobei die beiden Vergleichsfelder unmittelbar aneinander stießen, und zwar sowohl in der Durchsicht wie auch in der Aufsicht, wobei unter die Platte ein weißes Papier gelegt wurde. Es ergab sich dabei im Mittel eine schwache Überlegenheit der Durchsicht für die stärkeren Schwärzungen, dagegen hatte die Entfernung der Lichtquelle keinen Einfluß, wenn nur die Belichtungszeit entsprechend gesteigert wurde, so daß sich in allen Fällen dieselbe Belichtung ergab; nur bei Diapositivplatten erwies sich entgegen der landläufigen Meinung die durch den größeren Abstand erforderte verlängerte Expositionszeit als nicht so günstig.

Aus den mitgeteilten Beobachtungs-

ergebnissen folgt, daß der unter günstigsten Umständen eben beobachtbare Schwärzungsunterschied bei den gewöhnlichen Platten einem Helligkeitsunterschied von 3 bis 4% entspricht und nur bei der Diapositivplatte bis auf höchstens 2 bis 3% heruntergeht; dabei ist es gleichgültig, ob es sich um Auf- oder Durchsicht handelt. Daß die Art der Betrachtungsweise keine Steigerung der Schwärzungskontraste verursacht, weist darauf hin, daß diese Grenzwerte nicht durch die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges bedingt, sondern dem photographischen Verfahren selbst eigentümlich sind. Berücksichtigt man, daß ein geübter Beobachter rein visuell noch Helligkeitsunterschiede von 1% aufzufassen vermag, so sieht man, daß nach diesen Untersuchungen die photographische Platte bei photometrischen Untersuchungen noch nicht die Hälfte dessen leistet, was das Auge zu ermitteln vermag.

Ein Helligkeitsunterschied von 3 bis 4% bedeutet aber einen Unterschied von 0.03 bis 0.04^{M}. Dies würde also das Maximum an Genauigkeit bei stellarphotometrischen Messungen mit gewöhnlichen Bromsilberplatten darstellen wobei noch ein Zusammentreffen aller günstigsten Umstände vorausgesetzt ist. Berücksichtigt man aber, daß durch geringe Dicke- und Empfindlichkeitsänderungen in der Schicht sowie Unterschiede in der Art der Verlagerung des Silberkornes noch störende Nebenumstände auftreten, so wird man die Genauigkeit im allgemeinen nur auf 0.1 ^{M} ansetzen dürfen.

Daraus folgt weiter, daß eine Photographie der Sonnenkorona bei vollem Tageslichte außerhalb einer totalen Sonnenfinsternis unmöglich ist. Nach zahlreichen photometrischen Messungen ist nämlich die Helligkeit der intensivsten Koronastrahlung nur $^{1}/_{500}$ von der Helligkeit des Himmelsgrundes in der Nähe der Sonne. Das Kontrastverhältnis beträgt somit nur $^{501}/_{500}$ oder rund 0.2%, was weniger als ein Zehntel von dem ist, was die kontrastreiche Chlorbromsilberemulsion der Diapositivplatte unter günstigsten Umständen gerade noch zu leisten vermag. Trotzdem mag es vielleicht gelingen, mit Hilfe von sehr kontrastreich arbeitendem Chlorsilberpapier ausnahmsweise helle Koronastrahlen nachzuweisen, wie es Huggins im Jahre 1882 glückte. Unter diesen Umständen müßten sie auch visuell sichtbar sein[1]). [1627 B.

[1]) Vielleicht machen unsere Leser unabhängige Versuche darüber. Red.

Aus den Ergebnissen des physikalisch-meteorologischen Observatoriums Davos.

Gab Herr Prof. Dr. Dorno in der vom klimatischen Gesichtspunkt geschriebenen „Studie über Licht und Luft des Hochgebirges" (Vieweg 1911) für jede Sonnenhöhe die absolute Helligkeit von Sonne und Gesamthimmel, so bringt „Himmelshelligkeit, Himmelspolarisation und Sonnenintensität in Davos 1911 bis 1918" als Band VI der Abhandlungen des Preuß. Meteorol. Instituts 1919 eine großzügige Erweiterung auf die einzelne Himmelsstelle. Durch getrennte Durchführung für beide Schwingungskomponenten und nicht nur für die Gesamthelligkeit wird gleichzeitig völlig die Polarisation geklärt. Die Isophoten- und Isopolarenkarten veranschaulichen die Ergebnisse (Auszug Meteorol. Zeitschr. 1919) in ihrer stereographischen Projektion in plastischer Weise. Zeigen

die den Parallelkreisen folgenden Isopolaren ein nach der Sonne zu orientierendes Koordinatensystem als maßgebend, so ist das Charakteristikum der Isophoten die „Sonnenregion" und „Gegenregion" trennende „Dunkellinie": Auf jedem größten Kreis durch die Sonne fällt die Helligkeit bis zur Dunkellinie, um jenseits wieder zu steigen. Ausführliche Nebenbestimmungen wie beispielsweise der Erdalbedo ergänzen das Programm. So ist eine breite Grundlage geschaffen für die Fragestellung, nach welchen Gesetzen die irdische Atmosphäre strahlenzerstreuend wirkt. Die Reichweite der durch Reflexion, Beugung und Brechung abgelenkten direkten Sonnenstrahlen beschränkt sich auf die der Sonne nahe Himmelszone, ausschlaggebend beim wolkenlosen Hochgebirgshimmel ist die Rayleighsche molekulare Zerstreuung; große Bedeutung kommt der Extinktion der diffundierten Strahlen zu. Aus den anziehenden Kapiteln über den Lichthaushalt der Atmosphäre sei die Albedo 0,04 der wolkenfreien Atmosphäre für die Davoser Höhe von 1600 Metern erwähnt.

Haben solche Fragen der meteorologischen Optik[1]) — als hierher gehörig sei etwa erinnert an die Erhellung durch das Sternlicht[2]) — die mannigfachsten Berührungspunkte mit der Astronomie, so sind für diese von einschneidendem Interesse die Abweichungen von den Normalwerten, die zurückzuführen sind auf wechselnden Reinheitsgrad der Atmosphäre. Zu den überraschend großen Änderungen mit der Jahreszeit, die u. a. eine hübsche Illustration darin finden, daß man im Hochgebirge im Sommer untertags nie einen Stern sieht, während dies am reineren und damit dunkleren Winterhimmel selbst um Mittagszeit (Venus) nichts seltenes ist, treten die eigentlichen optischen Störungen vulkanisch-tellurischer oder kosmischer Natur. Die 1911 — zum Teil möglicherweise auch infolge großen Reinemachens durch den Halleyschen Kometen — besonders durchlässige Atmosphäre wird 1912 durch den Kalmaivulkan auf 2 Jahr schwer getrübt, während die Störung von 1916 auf eine mit neu einsetzender Sonnenaktivität vermehrte Kathodenstrahlenemission der Sonne zurückzuführen ist, wie denn überhaupt eine stets rege Beziehung des Reinheitsgrads der Erdatmosphäre zur Sonnentätigkeit zu bestehen scheint. Hier bilden Himmelshelligkeit, Polarisation und die in den verschiedensten Spektralteilen bis ins Ende des Ultraviolett vorliegenden Messungen der Sonnenintensität eine Einheit mit den „Beobachtungen der Dämmerung und von Ringerscheinungen um die Sonne 1911 bis 1917" (Auszug Meteorol. Zeitschr. 1917). Lange Zeit durchgeführte Reihen der verschiedensten Methoden ergänzen sich so in glücklicher Weise, denn selbst bei den günstigen Beobachtungsverhältnissen des Hochgebirges — die beispielsweise überhaupt erst eine nicht nur sporadische Verfolgung der „tellurischen Sonnenkorona" gestatten, und sich besonders auch in der Konstanz der Normalwerte aussprechen — läßt sich aus einer Methode allein nicht mit voller Sicherheit auf den Reinheitsgrad der Atmosphäre schließen. Können doch die Störungsschichten ihrer Entstehung nach von verschiedenster Struktur und Höhenlage sein. So mag es, wenn auch selten, vorkommen, daß optische Effekte sich derart überlagern, daß sie Normalverhältnisse vortäuschen. Ein Beispiel vom 25. August 1916 zeigt stark gesteigerte Helligkeit in größerer Sonnenentfernung, jedoch pseudonormalen Intensitätsabfall der Sonne zum nächstbenachbarten

---

[1]) Es sei auch auf die in Viewegs Sammlung „Die Wissenschaft" angekündigte Monographie verwiesen: C. Dorno, Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung.

[2]) Siehe Sirius 53. 26.

Himmel[1]), der doch im allgemeinen eines der schärfsten Kriterien bildet für den Reinheitsgrad der Atmosphäre von besonderer Eignung als „eine auf den momentanen Zustand der Erdatmosphäre abstellende Methode zur Bestimmung des Extinktionskoeffizienten" (Astron. Nachr. 209, Nr. 4999). Die vielseitigen Konsequenzen der Davoser Ergebnisse — beliebig herausgegriffen sei nur noch etwa die Frage einer in verschiedener Richtung möglicherweise verschiedenen optischen Durchlässigkeit der Ekliptikebene — unterstreichen immer wieder die für eine scharfe Erfassung kosmischer Strahlungsquellen in absolutem Maße grundlegende Wichtigkeit des Extinktionsproblems, und sie dürften Hand in Hand damit ein beredtes Zeugnis ablegen für die für die astrophysikalische Forschung noch bei weitem nicht voll gewürdigten Vorzüge einer Höhenstation. [1153 F. W. Paul Götz.

[1]) Dieser Intensitätsabfall wurde bereits vom unterzeichneten Berichterstatter beim Mond als Kriterium der Lichtzerstreuung herangezogen (Veröffentl. der Sternwarte Oesterberg. Tübingen I, 2, S. 24).

Zur Statistik der Sonnenflecken.

Seit dem letzten Bericht über die Sonnentätigkeit im 2. Vierteljahr 1919 (Sirius 1919, Heft 11, Seite 222) hat sich die Zahl der Mitarbeiter an der Beobachtung der Sonnenoberfläche wieder um einige vermehrt. Aus den eingesandten Beobachtungen und Monatsberichten, welche mit vielem Eifer und Fleiß aufgezeichnet sind, erhellt, daß unser Tagesgestirn durch das wechselvolle Spiel auf seiner Oberfläche mancherlei Interesse abzuringen vermag. Für den Liebhaberastronomen und besonders wieder für denjenigen, welcher nur über ein kleineres optisches Instrument verfügt, bleibt als fruchtbarstes Feld für die Beobachtung der Sonne die leicht zu bewerkstelligende zahlenmäßige Feststellung der jeweils sichtbaren Gruppen, Einzelflecke und Fackelgruppen (nicht der einzelnen Fackelverästelungen!). Jeder Beitrag zur endgültigen Feststellung des Jahresmittels der Sonnentätigkeit ist sehr willkommen; der Beobachter findet in dem Jahresmittel, an dessen Errechnung er mitwirkte, wenigstens ein aus seinen Bemühungen entspringendes Ergebnis. Wie schon im letzten Bericht zum Ausdruck gebracht, wird gerade von Liebhaberastronomen vieles beobachtet und aufgezeichnet, was wohl für sein eigenes Interesse von Wert sein mag, dem aber eine erschöpfende und seine Mühe und Arbeit ausgleichende wissenschaftliche Verwertung leider oft nicht angedieihen werden kann. Um so mehr ist es daher zu begrüßen, daß fast alle Mitarbeiter in unserer „Sonnengruppe" sich jetzt nach fortgesetzter Anregung durch die Gruppenleitung immer mehr zur Anstellung rein statistischer Sonnenbeobachtungen entschließen. — Interessante statistische Parallelbeobachtungen an zwei Instrumenten stellt Herr Jokkisch-Marburg (Lahn) an und beschäftigt sich auch im Verein mit den Herren Hachfeld-Berlin, Krause-Nixdorf (Böhmen) und Malsch-Heidelberg weiter mit der photographischen Aufnahme der Sonnenoberfläche. Herr Krause überreichte einige sehr gut gelungene Vergrößerungen von photographierten Fleckgruppen. Zeichnungen der Gruppenlagen sandten die Herren Grubitsch-Feldhof (Steiermark), Fauth-Landstuhl (mit dem die durch den Krieg unterbrochene Verbindung nunmehr wieder aufgenommen werden konnte) und Futh-Borsigwalde ein. Ich darf vielleicht hier im Allgemeininteresse erwähnen, daß nach

einer Mitteilung von Herrn Professor Wolfer-Zürich solche Zeichnungen nur dann verwendbar sind, wenn ihre Orientierung nicht nach der Horizontalen und Vertikalen, sondern nach Parallel- und Deklinationskreis erfolgte; sonst lohnt es sich kaum, viel Zeit und Arbeit darauf zu verwenden, da sie zu Ortsbestimmungen nicht brauchbar sind, ganz abgesehen davon, daß feinere Einzelheiten der Fleckenstruktur sich mit kleineren Instrumenten überhaupt nicht wahrnehmen lassen.

Im folgenden möchte ich einen eng umrissenen Überblick über die Sonnentätigkeit in den Monaten Juli bis September geben:

Juli: Die Tätigkeit der Sonne ließ in diesem Monat merklich nach. Nach einer größeren Intensität in den ersten Tagen des Monats, die neun Gruppen zeitigte (von Stempell), trat eine ganz erhebliche Abnahme ein, die am 5. mit zwei Gruppen ihren tiefsten Stand erreichte (Futh). Das darauf folgende Maximum fand mit acht Gruppen am 16. statt. Einem Teilminimum am 17. folgte ein nochmaliges Anschwellen der Sonnentätigkeit, die am 24. wiederum neun Gruppen lieferte (Futh). Darauf begann ein erneutes Abflauen. Im allgemeinen besaßen die in den Gruppen befindlichen Flecke mittlere Größe, vereinzelt traten jedoch auch recht ansehnliche Flecke auf, so um den 7., 14., 21. herum, welche auch dem unbewaffneten Auge zugänglich wurden (Hachfeld). Größere Fleckenanhäufungen waren, wenngleich auch die Zahl der Einzelflecke teilweise ziemlich hoch war, wie in den Vormonaten nicht zu verzeichnen (Futh), besonders am Monatsende war die Fleckenbildung sehr gering. Auch Fackeln traten in geringerem Umfang als wie im Vormonat auf, jedoch blieb kein Tag fackelnfrei (v. Buttlar, Futh, Voss).

August: Die Sonnentätigkeit hielt sich im Mittel auf der Höhe des Vormonats. Sie setzte zunächst ziemlich matt ein, am 2. waren nur zwei Gruppen mit vier Einzelflecken sichtbar (v. Buttlar). In geringen Schwankungen steigerte sich allmählich die Gruppenzahl: am 23. wurden 12 Gruppen beobachtet (Wolf-Wien). Gegen Ende des Monats nahm die Tätigkeit wieder ab und ging auf drei bis fünf Gruppen herunter (v. Buttlar, Futh). Am interessantesten gestaltete sich das zweite Monatsdrittel durch eine am 13. aufgetretene Gruppe, welche am 19. und 20. die Sonnenmitte erreichte und an Schönheit und Reichhaltigkeit ihrer Einzelheiten die prachtvolle Maigruppe noch übertraf. An den genannten beiden Tagen wurden insgesamt 330 bzw. 446 Einzelflecke in den sichtbaren Gruppen gezählt (Futh). Auch waren verschiedentlich Gruppen mit dem unbewaffneten Auge wahrzunehmen, so diejenige, welche am 3. am Rande der Sonne auftrat, bis zum 12. (Hachfeld, Kaper, Wegner), ferner die große Ostgruppe vom 16. bis 23. (Hachfeld, Kaper). An 2 Tagen wurde das Wilsonsche Phänomen deutlich beobachtet (Hachfeld).

Der Fleckenbildung entsprach auch die der Fackeln, die zahlreich notiert wurden (v. Buttlar, Futh, Malsch, v. Stempell, Voss) und keinen Tag des Monats freiließen. Auffallend war, daß bei geringerer Fleckenhäufigkeit sich die Anzahl der Fackelgruppen meistens erhöhte (Futh). Merkwürdig schwach hervortretend wurde die Granulation der Sonne beobachtet, die sehr feinkörnig und sehr fein geädert erschien. Gegen Monatsende wurde sie hingegen wieder deutlicher (Jockisch).

September: Die Sonnentätigkeit nahm in diesem Monat nicht unerheblich ab. Nach den Berechnungen von Herrn Voss und meinen eigenen sank das Monatsmittel gegenüber dem des Vormonats um rund 20 Einheiten. Die

Anzahl der Gruppen wechselte zwischen zwei und zehn, auch die Fleckenbildung war im allgemeinen nicht bedeutend. Von besonderem Interesse war eine Gruppe, die am 9. erschien, um den 14. die Sonnenmitte überschritt und am 20. wieder verschwand. Sie konnte während ihrer Sichtbarkeit auch mit bloßem Auge wahrgenommen werden (Hachfeld, Kaper, Seelecke, Wegner). Durch den Vergleich ihres Erscheinens am Ostrande der Sonne und Verschwindens am Westrand mit den entsprechenden Zeiten der schönen Augustgruppe und wegen der gleichen Lage der Hauptflecke damals wie jetzt, ist man zu der Annahme berechtigt, daß beide Gruppen identisch sind, mithin die Augustgruppe eine ganze Sonnenumdrehung überstanden hat.

Die Anzahl der Fackelgruppen, die täglich beobachtet werden konnten (v. Buttlar, Futh, Kaper, v. Stempell, Voss), war schwankend und verhältnismäßig gering. Sehr auffallend waren am 10. und 11., sowie am 27. die großen ausgedehnten Fackelgruppen, die an Helligkeit die mehr nach der Sonnenmitte zu gelegene Granulation bei weitem übertrafen (Futh, Kaper, v. Stempell).

[1166 Günther von Stempell.

Auf Wunsch der Leitung der Sonnengruppe stellen wir hier, um Mißverständnissen vorzubeugen, nochmals fest, daß der im Januarheft (S. 16/17) gebrachte Tätigkeitsbericht nur die Zeit seit Gründung der Sonnengruppe bis Mai 1919 umfaßt. Schriftl.

Rundschau.

Johann Adolf Repsold †. Im Alter von nahezu 82 Jahren ist der große Meister des Instrumentenbaues am 1. September 1919 aus dem Leben gerufen worden. Die Astronomie verdankt ihm nicht nur einen großen Teil ihres Rüstzeuges, das sie erst in Stand setzte, dem Himmel seine Geheimnisse abzuringen, auch in seinem großem zweibändigen Werk „Zur Geschichte der Astronomischen Meßwerkzeuge" bietet er eine Einführung in dieses Gebiet, die wohl nur ihm, als dem am meisten dazu Berufenen, möglich war. Mit Hans Repsold verliert die Wissenschaft auch leider die in 120 jähriger Tätigkeit in der ganzen Welt berühmt gewordene Werkstatt[1]). [1144

Irrtümlich verzeichnete Mondrillen. Meine Mitteilungen im Novemberheft „Drei handliche Mondkarten" haben den Wunsch laut werden lassen, näheres über falsche Rillen der Mädler-Karte zu erfahren. Im allgemeinen dürfte der Beobachter sich selbst am Fernrohr klar werden, ob ein Mondgebilde als Rille anzusprechen ist oder nicht. Da die kleine Karte ungefähr dasselbe enthält wie die 3 Fuß große, so beziehe ich mich auf diese.

Von Triesnecker südwärts in die Ebene streichen Adern und Bergausläufer; zwei Rillen Mädlers sind zu streichen. Lohrmann gibt hier auch zwei in anderer Richtung ziehende, nicht vorhandene Risse an. — Zwischen Uckert und *A* hat die große Karte eine Rille ε, die kleine nicht diese, sondern zwei andere östlich davon, die entferntere sehr lang. An Stelle dieser ist ein mächtiges Tal zu sehen, die andern gibt es nicht. — Nahe bei Sosigenes sollen zwei lange Rillen entspringen und wie eine große Gabel den Arago zwischen sich nehmen; aber dort gibt es nur Bergadern. — Im N von Aristoteles ist die

---

[1]) In einem der nächsten Hefte werden wir Gelegenheit haben, einen Vortrag des Verstorbenen zu bringen, der uns von seiner Tochter freundlichst zur Verfügung gestellt worden ist. P. H.

lange Rille zwischen den Kratern *B* und C zu streichen, ebenso die kleine Querrille zwischen Endymion und Atlas. — Im Christian Mayer ist das Objekt gleichfalls nicht da. — Ebenso soll von einer Grube *c* aus im Osten von Plato eine Bruchlinie gegen NW gehen; sie ist nicht vorhanden. — Am O-Hang von Saussure ist keine Rille gelegen; ob eine Terrassenstufe den Eindruck einer solchen erwecken kann, weiß ich noch nicht. — Von Piccolomini gegen NO findet sich auf der Karte eine sehr lange Rille, die samt ihrer Gabelung ζ auch von Neison übernommen wurde. Dort liegen wohl 4 Rillen, aber in ganz anderer Lage. Die Mädlersche Rille läßt sich gleichwohl aus der Hügelnatur des Geländes herausfühlen, nur ist sie keine Bruchlinie, kein Riß. Sie kommt auf der großen Karte Lohrmanns in ihrer NO-Hälfte ebenfalls vor, ebenso eine starke, lange Rille von Piccolomini gegen SO, die auch nicht berechtigt erscheint. — Im Mare nectaris soll östlich von Bohnenberger ein Bruch südöstlich ziehen; man erkennt leicht die Verwechslung mit einer Bergader. — Dagegen weist die kleine Karte Mädlers nicht die Rille der großen zwischen Abulfeda und Almanon auf. — Im Berglande nördlich von Capella soll vom Kraterchen Centorinus aus eine Rille gegen SW gehen; sie ist nicht da. Weiter im SW finden sich wohl 3etwa parallele Rillen, aber nur gegen Guttemberg hin; ihre Fortsetzung gegen NO läßt nur höchstens eine Rille und einen Ansatz erkennen. — Im O von Messier endlich steht eine Rille γ verzeichnet. Ein existierendes Objekt in der Nähe kann nicht gemeint sein, weil es Mädler nicht erreichbar war; die Rille ist zu streichen.

Demgegenüber ist das riesengroße, wie aus lauter Kratern zusammenhängende Tal bei Rheita auf der großen Karte gut gegeben, auf der kleinen aber und auf der Stielerkarte wie ein langer Bergzug gezeichnet. Da auf Mädlers und Lohrmanns großen Karten gelegentlich deutliche Rillen fehlen (wie bei Bürg!), wogegen viel feinere gezeichnet sind, so beweist das die innere Ungleichmäßigkeit der Erstaufnahmen des Mondes in großem Stil. Was gezeichnet wurde, hat natürlich seinen Grund; es liegen da fast immer Auffassungsfehler vor. Ph. Fauth. [1147

Über den Anblick einer **Planetenatmosphäre** schreibt Prof. Schmauß in der „Met. Ztschr." 1918, Heft 7/8, Juli/August, folgendes: „Es ließ sich feststellen, daß die Bewegung der auf der Jupiteroberfläche sichtbaren Flecken und Streifen nicht einheitlich verläuft, woraus der Schluß gezogen wurde, daß der Jupiter nicht wie die Erde ein in sich geschlossener Rotationskörper sei. Ohne zu der Annahme, daß sich hieraus eine andere Rotationsdauer in höheren Breiten als in der Nähe des Äquators ergebe, Stellung zu nehmen, muß der Meteorologe darauf aufmerksam machen, daß auch das Bild der Erde für einen Außenbeobachter Schwankungen unterliegen muß, die nichts mit der Rotation des Planeten zu tun haben. Die Depressionen mit ihrem Bewölkungsschirm, die Hochdruckgebiete mit ihrem klaren Himmel, die sich rhythmisch folgen, müssen einem fernen Beobachter manche Rätsel aufgeben." [1019

W Ursae majoris. Aus dem Nachlaß von Dr. E. Kron veröffentlicht E. Hertzsprung in A. N. **207**, 25—34 Helligkeitsmessungen des rasch veränderlichen Sternes W Ursae majoris, dessen Lichtwechsel anscheinend durch gegenseitige Verdunklungen zweier ellipsoidischer Körper hervorgerufen wird. Aus theoretischen Gründen wurde dabei die scheinbare Umlaufsdauer von nur vier Stunden verdoppelt (genauer $0.^d333\,639\,562$). Diese Periode ist die kürzeste bisher bekannte (U Pegasi folgt

mit 0.375^{d}) und die Dichte die bisher größte bei einem Verdunklungsveränderlichen gefundene. Die Periode hat sich bei Vergleichung mit dem benachbarten Stern BD 54°1329 (7.73) als unverändert erwiesen. Das mitlere Minimum nach Kron ist nach mittlerer Weltzeit: 2418 694.3788^{d}] L 0.0006^{d} (m. F.). Die Helligkeitsschwankung geht von 8.0^{m} bis 8.6^{M}. Das Objekt ist zur Einübung für solche Beobachtungen geeignet.

[1018 Kr.

Meinungsaustausch.

Bemerkungen zu dem Artikel im „Sirius" 1919, Heft 6—8.

„Die Gestaltung der Mondoberfläche."

1. Seite 135 heißt es: „Die fortschreitende Erstarrung, im Verein mit der durch die Rotation verursachten Bewegung des flüssigen Innern, hatte zur Folge, daß die erstarrte Kruste durch eine Menge von Spalten zerrissen und aufgebrochen wurde."

Durch die Rotation allein wird keine Bewegung des flüssigen Innern hervorgerufen, solches könnte geschehen durch Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit infolge der Gezeitenreibung.

2. Seite 136: „Stellen wir uns vor.... während es gleichzeitig aus dem entgegengesetzt gerichteten zurückgezogen wird."

Wie auf der Erde bei einer Rotation zwei Fluten entstehen, die eine an der dem Monde zugekehrten, die andere an der gegenüberliegenden Seite, so würde die fluterzeugende Kraft auf dem Monde bei jeder Umdrehung auch zweimal ein Heraustreten des Magmas aus dem Innern hervorrufen. Sowohl an der der Erde zugekehrten als auch an der gegenüberliegenden Seite wären also die Krater mit Magma gefüllt, während sie bei auf- bzw. untergehender Erde leer sein würden.

Gründe, die dagegensprechen, daß die Mondkrater durch die fluterzeugende Kraft entstanden sind.

1. Die fluterzeugende Kraft auf dem Monde reicht nicht hin, die zähe Masse aus der Krateröffnung herauszupressen, die Schwerkraft auf dem Monde nicht, um die Massen bei Ebbe wieder zurückzuführen.

2. Die starre Kugelschale des Mondes würde sehr starken fluterzeugenden Kräften nicht den nötigen Widerstand entgegensetzen, bei eintretender „Ebbe" würde die ungeheure Last der Lavamassen den Kraterboden eindrücken. (Vgl. die Deformation der Erde durch die fluterzeugenden Kräfte. Darwin und Schweydar.)

3. Da die fluterzeugende Kraft in der Äquatorregion am stärksten ist, so müßten hier die Kraterdurchmesser am größten und die Kraterwälle am höchsten sein.

4. In der Nähe der Pole könnten sich keine Krater bilden oder nur solche von ganz geringem Umfang und Höhe.

5. Die fluterzeugende Kraft würde in den mittleren Mondbreiten die austretende Lava dem Äquator zu ausbreiten, und die Öffnungen sowie die sich über diesen bildenden Zentralkegel müßten sich auf der Nordhälfte des Mondes am Nordrande, auf der Südhälfte dagegen am Südrande des Walles befinden.

6. Das Auftreten der Wallkrater bleibt unerklärt.

7. Wäre die Oberfläche des Mondes völlig erstarrt, bevor die Rotation im Verhältnis zur Erde aufhörte, so müßte er diese Rotationsgeschwindigkeit heute noch besitzen, denn sobald die Gezeitenreibung aufhörte, hörte auch die Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit auf. Bestand dagegen die Gezeitenreibung noch zu der Zeit, als der Mond aufhörte zu rotieren und verringerte die Schwingung so weit, daß nur noch die heute bemerkbare Libration übrig blieb, so müßten die in der Nähe der Verbindungslinie Erde—Mond liegenden Krater an beiden Seiten des Mondes heute noch mit dem erstarrten Magma bis zum Rande gefüllt sein H. Peters.

[1152 Auf dem Schnee, b. Herdecke (Westf.)

Die Ausführungen des Herrn Hommel haben auch von anderer Seite einigen Widerspruch erfahren, so daß wir in den nächsten Heften weiter auf dieses Thema zu sprechen kommen werden. Es sei besonders auf eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. A. Wegener hingewiesen, die wir bei dieser Gelegenheit zu veröffentlichen beabsichtigen. Wir werden dann auch auf die Abbildungen zurückkommen müssen, die uns Herr Hommel zuerst in einer

jedoch später für ungeeignet befundenen Vorlage zur Verfügung gestellt hatte. Wir erhielten erst nach Anfertigung der Druckstöcke andere Abzüge von ihm, die von neuem klischiert werden mußten. Er ist nun der Auffassung, daß die Abbildungen auf Tafel VI nicht den Effekt des Beleuchtungsunterschiedes demonstrieren, sondern nur den Unterschied zweier Abzüge von derselben Platte. Von seiten des Verlages ist jedenfalls alles geschehen, um diese (von uns übrigens nicht anerkannte) Verwechslung zu vermeiden. Kr.

Bücherschau.

Grundriß der Funkentelegraphie in gemeinverständlicher Darstellung von Dr. Franz Fuchs, München und Berlin 1920. R. Oldenbourg; XI. Auflage; 130 Textabbildungen.

Der Verfasser gibt in kurzer, gedrängter Form eine Einführung in das weite Gebiet der drahtlosen Telegraphie. Was der Laie sich sonst mit großer Mühe und doch nur lückenhaft aus der Fachliteratur zusammensuchen müßte, wird ihm hier in einfacher Gestalt geboten. Zahlreiche Figuren erleichtern das Verständnis. Besonders wertvoll erscheint die Einführung in die einfachsten Formeln und Meßverfahren, die beim Bau sowie beim Arbeiten an einer drahtlosen Station erforderlich sind. Aktuelles Interesse verdient der Abschnitt über die Kathodenröhren, die in den letzten Jahren durch ihre mannigfache Anwendung die Funkentelegraphie zu ungeahnten Erfolgen führten.

Allen, die einen Einblick in das Wesen der drahtlosen Telegraphie gewinnen wollen, wie auch denen, die praktisch an ihr zu tun haben, kann das Büchlein warm empfohlen werden. Ganz besonders aber wird es Astronomen und Uhrmachern, die sich für die Aufnahme der Zeitsignale interessieren, willkommen sein. [1160 Wf.

W. D. Mann, Das Preisproblem der Potenzreihe. Preis ℳ 1.25. 69 S. Verlag der Deutschen Buchhandlung Mexiko. D. F. 1919. Auslieferung durch Koehler & Volckmar, A.-G., Leipzig.

Das Problem, um das es sich hier handelt, ist die berühmte Preisaufgabe, die im Anschluß an den bekannten Fermatschen Satz aufgestellt wurde.

Die allgemeinen philosophischen Erörterungen eines Mexikaners über den Weltkrieg, die das Bändchen einleiten, sind für uns im allgemeinen ebenso fesselnd, wie die zahlentheoretischen Studien der folgenden Kapitel es für den Mathematiker im besonderen sind.

Die Lösung der Preisfrage zu beurteilen, soll hier nicht vorgreifend unternommen werden. [1130 Kr.

Kurd Laßwitz, Empfundenes und Erkanntes. 312 S. 1.—3. Tausend. Leipzig. Verlag von B. Elischer Nachf. Preis geh. ℳ 6.50, geb. ℳ 9.—.

Aus dem Nachlaß des 1910 heimgegangenen Verfassers mancher feinsinnigen Aufsätze und des bekannten Romans „Auf zwei Planeten" ist hier in Poesie und Prosa manches wiedergegeben worden, was nicht allgemein bekannt sein dürfte. Die Auswahl an Gedichten ist sogar recht reichlich und bietet den Freunden seiner Werke sehr lehrreiche Einblicke in seine innerste Gedankenwelt.

Als anregende Unterhaltungslektüre ist das Buch jedem Freunde der Himmelskunde warm zu empfehlen. [1137 Kr.

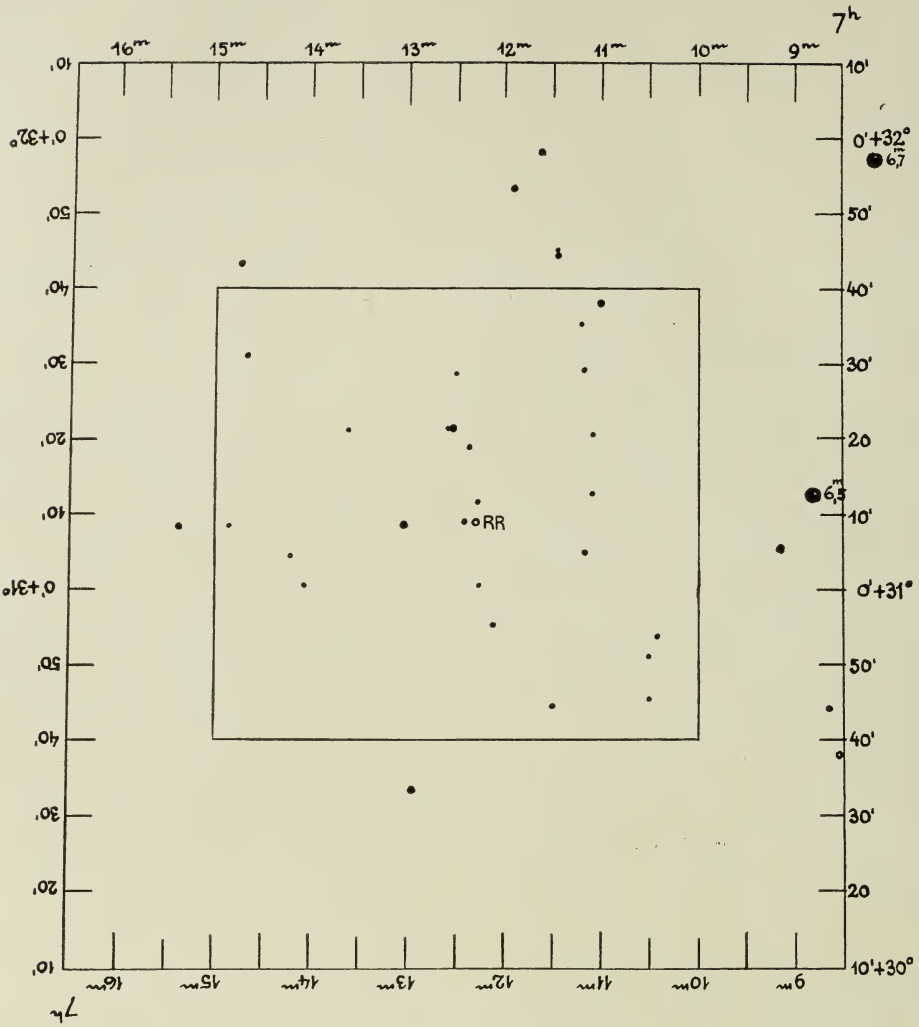
P. Luckey, Einführung in die Nomographie. Zweiter Teil: Die Zeichnung als Rechenmaschine. Math.-phys. Bibl. Bd. 37. 63 S. mit 34 Fig. Teubner 1920.

Der vorliegende zweite, übrigens selbständige Teil der Einführung in die Nomographie ist für jeden Freund der zeichnerischen Lösung mathematischer Aufgaben eine wertvolle Quelle interessanter Anregungen. Den Astronomen interessieren besonders die Tafeln auf S. 42 und 49. Es lassen sich jedoch noch viele astronomische Fluchtentafeln entwerfen, die Verf. nicht einmal erwähnen konnte. [1136 Kr.

E. Hinselmann, Unveränderlichkeit oder Veränderlichkeit der Lage der Erdachse? Verlag von M. u H. Schaper, Hannover 1917 (62 S. mit 12 Abb. und 2 Tafeln).

Wie aus dem Untertitel hervorgeht, ist die Arbeit „zur Richtigstellung und Rechtfertigung der Lehre des Coppernikus von der dritten Bewegung der Erde (Deklinationsbewegung)" ausgeführt. Nun, Leser, die sich an leichten Beispielen in der selbständigen Auffindung von Trugschlüssen üben wollen, können das Heftchen dazu benutzen, dadurch mag es immerhin einen Zweck erfüllen. Wenn Verfasser aber glaubt, daß die Wissenschaft durch seine Darstellungen ihren „Irrtum" einsehen wird — dann ist er im Irrtum. [1130 P. H.

Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40116
Schriftleitung: Paul Hügeler, Berlin SO 33, Schlesischestr. 21.



Gez. von E. Leiner.

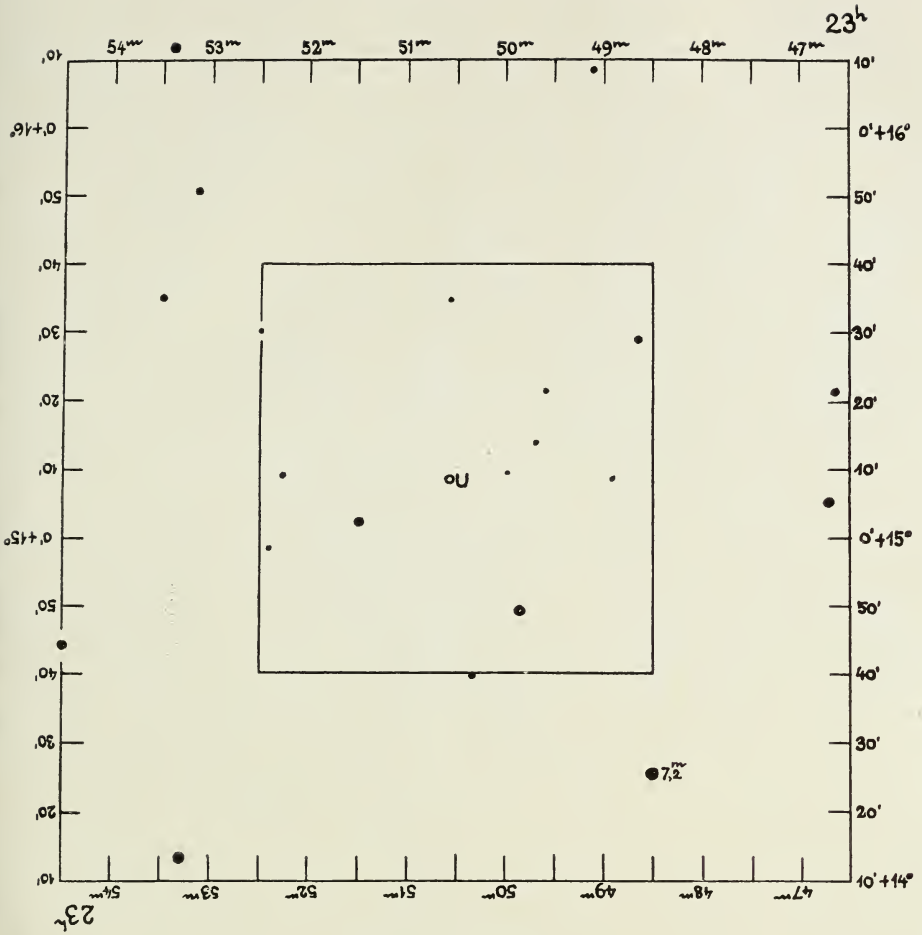
Nr. 4.

Karten zur Beobachtung veränderlicher Sterne.

Das mittlere Quadrat enthält sämtliche Sterne der BD, die Randteile alle BD-Sterne bis 9.0^{M} einschließlich.

RR Geminorum: Ort für 1855.0: $\alpha = 7^h\ 12^m\ 18^s$
$\delta = +\ 31^o\ 9.0'$

Elemente: 2416223.286 + 0.3972927^d E; M − m = 0.050^d.
Der Stern schwankt zwischen 9.7 und 10.6 Gr.



Gez. von E. Leiner.

Nr. 5.

Karten zur Beobachtung veränderlicher Sterne.

Das mittlere Quadrat enthält sämtliche Sterne der BD, die Randteile alle BD-Sterne bis 9.0M einschließlich.

U Pegasi: Ort für 1855.0: $\alpha = 23^h\ 50^m\ 34^s$
$\delta = +\ 15^0\ 8.5'$
β Lyraestern.
Elemente: 2420072.575 + 0.37479d E. Helligkeiten: M = 9.3, $m_1 = 9.9$, $m_2 = 9.8$

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger** herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

Mai 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.

Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Flut und Ebbe. (Fortsetz.) Von Prof. E. Hoff, Altona. Mit 9 Abbildungen. S. 85. — Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln. (Schluß). Von Dr. Alfred Berger in Wien. Mit 2 Tafeln. S. 91. — Jupiter, Saturn, Jupitermonde. S. 93. — Der innere Aufbau der Sterne. Von Dr. Arnold Kohlschütter. S. 95. — Zur Statistik der Sonnenflecken S. 100 — Rundschau. S. 102. — Vermischte Beobachtungsnachrichten. S. 105. — Meinungsaustausch. S. 106. — Bücherschau. S. 107.

Flut und Ebbe.

Von Prof. **E. Hoff**, Altona. Mit 9 Abbildungen. (Fortsetzung)

Da somit die Gleichgewichtstheorie, die von der vertikalen Komponente der fluterzeugenden Kraft ausgeht und das Problem der Tidenlehre als ein hydrostatisches auffaßt, selbst für den günstigsten Fall, die Tiden des Äquators, nur unbefriedigende Resultate ergab, so hat man späterhin dieser Komponente jede Bedeutung und jede Wirkung abgesprochen und sie völlig verworfen. Man sah sich um so mehr dazu veranlaßt, da bei weiterem Verfolg die Gleichgewichtstheorie für die Erklärung der Tiden auf mittleren und höheren geographischen Breiten, die später noch zu besprechen sind, immer mehr und größere Schwierigkeiten sich ergaben. Man hat dann eine andere Verwendung der fluterzeugenden Kraft erdacht, von der man einen größeren Erfolg sich versprach. Man brachte nämlich statt der vertikalen die horizontale Komponente der fluterzeugenden Kraft in Anwendung und dachte sich, daß im Sinne der nebenstehenden Abb. 2 um die Punkte *Z* und *N*, für die das störende Gestirn im Zenit oder Nadir stehend angenommen wird, die Wassermassen des Meeres ringsherum durch die horizontale Komponente in der Richtung der eingezeichneten kleinen Pfeile in Bewegung gesetzt, und so ein „Massentransport" des Wassers nach den genannten Punkten veranlaßt werde. Die verschiedene

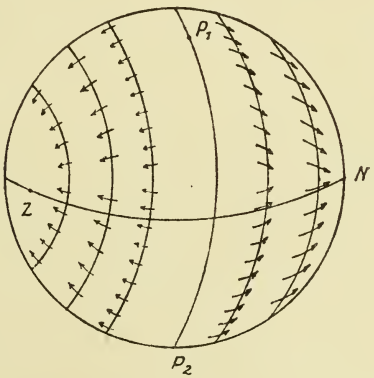


Abb. 2

Größe der Pfeile soll die wechselnde Stärke der horizontalen Komponente bei verschiedenen Abständen von Z und N andeuten. Dadurch soll dann sowohl bei Z wie bei N der Gipfel eines Wellenberges entstehen und auf dem dazwischen gelegenen größten Kreise $P_1 P_2$ Niedrigwasser hervorgerufen werden. Um nun über die Größe der horizontalen Komponente und ihre Leistungsfähigkeit ein bestimmtes Urteil zu gewinnen, soll diese hier genauer erörtert werden. Bezeichnet in Abb. 3 M den Mondmittelpunkt und E den Erdmittelpunkt, so ist für einen beliebigen Oberflächenpunkt p der Erde ϑ der Winkel, den der Erdradius $E p$ mit der Verbindungslinie $E M$ bildet. Nach

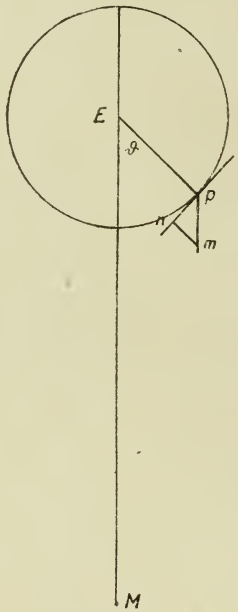


Abb. 3

dem vorhergehenden wirkt dann im Punkte p nach Abb. 1 zunächst die nach dem Mondmittelpunkte gerichtete störende Kraft ein mit dem Betrage

$$\frac{3\gamma}{a^3}\cos\vartheta.$$

Stellt nun wie vorher die Strecke $p m$ diese Kraft ihrer Größe nach dar, so haben wir diese nun auf die durch den Punkt p gezogene Tangente zu projizieren, wodurch die Strecke $p n$ erhalten wird. Wie leicht zu erkennen, ist $p n$ gleich $p m \sin\vartheta$, es ist also die horizontale Komponente bestimmt durch

$$\frac{3\gamma}{a^3}\sin\vartheta\cos\vartheta,$$

und kann nun für jede Größe des Winkels ϑ leicht berechnet und bezüglich ihrer etwaigen Leistungsfähigkeit näher untersucht werden.

Für die nächste Umgebung der Punkte Z und N ist der Winkel ϑ sehr klein, die horizontale Komponente ist daher hier ebenfalls sehr klein und daher wirkungslos, so daß hier, wo der Antrieb und der Zufluß der ringsum befindlichen Wassermassen zum Aufbau des Wellenberges am nötigsten ist, keine Bewegung eintreten kann. Erst in einem weiteren Abstande von Z und N könnte mit wachsendem Werte von ϑ eine schwache Strömung hervorgerufen werden. Nehmen wir z. B. $\vartheta = 5°$ an, so berechnet sich die Größe der horizontalen Komponente zu $1435 \cdot 10^{-10}$ m. Lassen wir die für die Leistungsfähigkeit dieser Komponente sehr begünstigende Annahme gelten, daß die in diesem Abstande ringsum befindlichen Wasserteilchen unter dem Einflusse dieses sehr geringen beschleunigenden Antriebes nach den Gesetzen des freien Falles, also nach der bekannten Formel $s = \frac{1}{2} g t^2$ von p nach Z sich bewegen könnten, so würde jedes dieser in 300 Seemeilen von Z entfernt befindlichen Wasserteilchen in einer ganzen Stunde nur um 0,930 m dem Punkte Z sich nähern können. Es hätte dann jedes dieser Teilchen nach dieser Zeit die äußerst geringe Geschwindigkeit von nur 0,5 mm erlangt. Es ist schon daraus ersichtlich, daß eine Wirkung im Punkte Z davon

nicht erwartet werden kann. Setzen wir den Winkel ϑ gleich 10°, so stellt sich der Betrag des durch die horizontale Komponente veranlaßten Antriebes auf $2869 \cdot 10^{-10}$ *m*, und dadurch würden die Wasserteilchen, die sich nun in einer Entfernung von 600 Seemeilen rings um *Z* und *N* befinden, in einer Stunde nur um 1,832 *m* nach den genannten Punkten sich hinbewegt haben. Ihre Geschwindigkeit würde nur 1 *mm* in der Sekunde betragen. Das Maximum der horizontalen Komponente tritt ein für $\vartheta = 45°$. Beschreiben wir also mit dem sphärischen Radius von 45° Kreise um *Z* und *N*, so treffen wir auf diejenigen Oberflächenpunkte, die von den Scheiteln der Flutwellen um 2700 Seemeilen entfernt sind. Für die hier befindlichen Wasserteilchen ist der Betrag der horizontalen Kraftkomponente gleich $8265 \cdot 10^{-10}$ *m*, und bei diesem Antriebe würden sich die betreffenden Wasserteilchen den Oberflächenpunkten *Z* und *N* nur um 5,356 *m* in einer Stunde nähern können. Die nach dieser Zeit erlangte Geschwindigkeit würde nur 3 *mm* in der Sekunde betragen. Betrachten wir die Erfolge in den genannten Abständen innerhalb 6 Stunden, also in der Zeit, die zum Aufbau der Flutberge in *Z* und *N* zur Verfügung steht. Die Wasserteilchen würden von ringsher nach diesen Punkten drei Stunden mit beschleunigter Geschwindigkeit, und darauf, da nach sechs Stunden Stillstand eintreten muß, drei Stunden mit verzögerter Geschwindigkeit fortschreiten. Setzen wir zunächst $\vartheta = 5°$, so würde unter dieser Bedingung im ganzen eine Strecke von 16,740 *m* in sechs Stunden zurückgelegt, und die nach drei Stunden erlangte größte Geschwindigkeit betrüge nur 1,6 *mm* in der Sekunde. Für $\vartheta = 10°$ würden die betreffenden Größen gleich 32,970, und 3,5 *mm*, für $\vartheta = 45°$ gleich 96,402 und 9 *mm* sein. Eine Strömung von 9 *mm* Geschwindigkeit in der Sekunde, die also nur im günstigsten Falle, unter Einwirkung des Maximums der horizontalen Komponente und unter Annahme einer sehr begünstigenden Bedingung sich errechnen läßt, und demnach in einer Stunde um 32 *m* fortschreitet, ist so gut wie unmerklich. Dabei ist der Umstand zu berücksichtigen, daß die Oberflächenpunkte *Z* und *N* im Vergleich zu den genannten Geschwindigkeiten wie im Fluge über das Meer dahin eilen, und in einer Stunde um 900 Seemeilen fortschreiten. Wie nun von in so großen Entfernungen einsetzende, äußerst langsam sich entwickelnde und schwache Strömungen auf die mit großer Geschwindigkeit fortschreitenden Punkte *Z* und *N* eine Wirkung erwartet werden kann, ist meines Erachtens nicht einzusehen. Dabei kommt auch noch weiterhin der Umstand in Betracht, daß die, die zusammenhängende Erstreckung des Weltmeeres unterbrechenden Kontinente, die Strömungen aufheben und niemals zur vollen Entwicklung gelangen lassen.

Wenn wir dagegen sehen, daß in der Natur die Tidenströmungen mit sehr viel größeren Geschwindigkeiten auftreten, und daß in je sechs Stunden die Wassermassen um mehrere, vielleicht bis zu 10 *km* im Flut- und Ebbestrome hin und her getrieben werden, so ist die Schlußfolgerung berechtigt, daß die horizontale Komponente der störenden Kraft des Mondes, und damit der Newtonsche Kraftfaktor, aus dem sie abgeleitet ist, viel zu schwach sind, um diese großartigen Umlagerungen der Wassermassen und die dabei auftretenden Geschwindigkeiten verursachen zu können. Die horizontale Komponente der störenden Kraft der Sonne ist noch viel geringer, als beim Monde, und es ist deshalb überflüssig, darüber weitere Untersuchungen anzustellen.

Wäre in der Natur die horizontale Komponente der störenden Kräfte in Wirklichkeit die Ursache der Tiden, so

müßte an den Zenit- und Nadirpunkten je ein nach allen Seiten hin gleichmäßig abfallender Wellenberg entstehen, und der Tidenhub müßte an den genannten Oberflächenpunkten höher sein, als an irgend einem anderen Erdorte. Die Beobachtung weiß aber von einem so gestalteten Flutberge nichts zu berichten. Die Flutwelle tritt vielmehr stets in lang gestreckten Wellenzügen auf, und an den Zenit- und Nadirpunkten ist der Tidenhub durchschnittlich nicht größer, als an weit davon entfernten Erdorten, an denen die Höhe des Mondes bei der Kulmination eine sehr viel geringere ist.

Aus dem Vorhergehenden müssen wir die berechtigte Folgerung ziehen, daß die horizontale Komponente bei streng kritischer Prüfung vollständig versagt, und daß im Gegensatze dazu die Verwendung der vertikalen Komponente der störenden Kraft rationeller und vorteilhafter sich stellt. Denn es läßt sich, wenn das Ergebnis auch ein dürftiges ist, immerhin etwas daraus berechnen, was bei der Verwendung der horizontalen Komponente ganz ausgeschlossen ist. Aus der letzteren läßt sich gar nichts berechnen, und das ist vielleicht der Grund, daß man dieser den Vorzug gab, indem man sich aus dem angeblichen „Massentransport" der Wassermassen einen größeren Erfolg versprach. Bezüglich der vertikalen Komponente würde man in jedem anderen Falle, wenn unter denselben kosmischen Bedingungen eine Gleichgewichtsstörung auf einen Massenpunkt sich geltend macht, unbedingt die Folgen ziehen, daß derselbe nach der jeweils bedingten neuen Gleichgewichtslage hinstrebt. Bei der Verwendung der vertikalen Komponente hat man zudem den Vorteil, daß das Maximum der fluterzeugenden Kraft immer an den Zenit- und Nadirpunkten sich geltend macht, mit derselben Geschwindigkeit wie diese fortschreitet, und an den Orten des Bedarfes am stärksten zur Geltung gelangt, während die horizontale Komponente erst in weiter Entfernung davon eine nur schwache und damit erfolglose Wirkung ausübt.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich im wesentlichen nur auf den Äquator, für den die Sachlage die günstigste ist. Verfolgen wir die weiteren Schlüsse, die nach dem Newtonschen

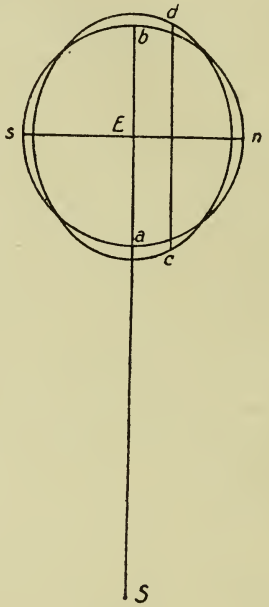


Abb. 4

Flutprinzipe für die nord- und südwärts vom Äquator gelegenen Hemisphären zu ziehen sind, so wird die Sachlage noch viel mißlicher. Steht die Sonne oder der Mond in der Ebene des Äquators, so muß die Flutwelle nord- und südwärts mit wachsender geographischer Breite erst langsam, dann immer rascher abnehmen. Die bei Abb. 1 für den Äquator gezogenen Schlüsse gelten unverändert für jeden größten Kreis, der auf der Erdoberfläche durch jede, durch *a b* gehende schneidende Ebene erzeugt wird. Die ganze Erde, zunächst als Wassersphäroid oder als von einem zusammenhängenden Meere umgeben ge-

dacht, verwandelt sich in der bekannten Weise in ein Rotationsellipsoid, dessen große Achse nach dem betreffenden störenden Gestirne gerichtet ist. Um die weiteren Ausführungen zu veranschaulichen diene Abb. 4. Während bei Abb. 1 die Ebene der Zeichnung mit der Ebene des Äquators zusammenfällt, steht hier die Ebene der Zeichnung rechtwinklig zur Ebene des Äquators. Die Buchstaben *n* und *s* bezeichnen Nord- und Südpol, *a* und *b* den zur Linie verkürzten Äquator. Wie bei Abb. 1 die Erhebung der Flutwelle vom Punkte *a* aus nach beiden Seiten mit $\cos^2 L$ abnimmt, wenn *L* den Stundenwinkel der Sonne bezeichnet, so nimmt also auch mit wachsender geographischer Breite *B* nördlich und südlich der Tidenhub bei den Stundenwinkeln 0^h und 12^h mit $\cos^2 B$ ab. Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, erhebt sich auf dem durch *c d* angedeuteten Parallelkreise der Scheitel der Flutwelle zu geringerer Höhe, als am Äquator. Wenn nun schon, wie nachgewiesen ist, am Äquator der Tidenhub nach dem Newtonschen Flutprinzip nur ein geringer sein kann, so könnte z. B. an der Küste von England, also in der nördlichen Breite von 50° bis 58°, wenn das störende Gestirn in der Ebene des Äquators steht, nur ein erheblich geringerer Tidenhub bemerkbar sein. Im Atlantischen Oceane aber treten die Tiden am Äquator sowohl wie in den genannten und selbst in noch höheren Breiten in gleicher Größe auf, und es gibt kein Gesetz, welches in der Natur die Größe der Flutwelle nach der geographischen Breite regelt. Im Gegensatze zu der in Abb. 4 veranschaulichten Sachlage treten an den Küsten von England sehr ansehnliche Flutwellen auf, wie dies z. B. die Zahlen in dem nautischen Jahrbuche von 1919 auf Seite 256 und den folgenden zeigen. Aus diesen ergibt sich ein mittlerer Schwingtidenhub von 5 *m*, also ein mittlerer Tidenhub von etwa $3^3/_4$ *m*, und am Äquator ist im Durchschnitt die Flutwelle nicht größer.

Um trotz der geringen Leistungsfähigkeit des Newtonschen Kraftfaktors die bedeutende Höhe der Flutwelle an der Küste zu erklären, nahm man an, daß die Welle auf hoher See nur klein sei, mit der Annäherung an die Küste aber bedeutend wachse. Um diese Frage zutreffend beurteilen zu können, müssen wir hier an den Unterschied zwischen erzwungenen und freien Wellen erinnern. Die ersteren sind solche Wellen, die ununterbrochen unter dem Zwange äußerer Kräfte stehen und von diesen in ihrem ganzen Verhalten bestimmt werden. Freie Wellen sind dagegen solche, die nach einem äußeren Anstoße ihr Verhalten nur nach den Gesetzen der Wellenbewegung regeln, ohne dabei weiter von äußeren Kräften beeinflußt zu werden. Nach theoretischen Untersuchungen soll nun die Wellenhöhe beim Übergange aus tiefem in flaches Wasser umgekehrt wie die vierte Wurzel aus der Tiefe zunehmen. Dieses Gesetz gilt aber nur für die freie Welle. Es liegt aber meines Erachtens kein Anlaß vor, die an der frei und offen liegenden Küste auflaufende Flutwelle als freie zu betrachten. Abgesehen von vereinzelten Ausnahmen ist im allgemeinen die Flutwelle als die normale erzwungene Welle zu betrachten, und für diese gilt das eben genannte Gesetz nicht.

Aus dem Newtonschen Flutprinzipe ergibt sich noch eine andere Folgerung, die wir hier näher zu erörtern haben. Wie schon erwähnt wurde, muß die große Achse des zum Rotationsellipsoide deformierten Wassersphäroides immer nach dem betreffenden störenden Gestirne gerichtet sein. Abb. 5 stellt nun die Sachlage dar, wenn der Mond nicht in der Ebene des Äquators *a b*, sondern außerhalb dieser im Maximum der veränderlichen Deklination sich befindet. Der Winkel *M E a* ist durchschnittlich

gleich 23,5°, die Achse des Elliploides ist nach *M* gerichtet. Aus der Abbildung ist sogleich zu ersehen, welche bedeutende Änderung der Fluterscheinungen für den Parallelkreis *c d* in diesem Falle eintritt. Während bei der Stellung des

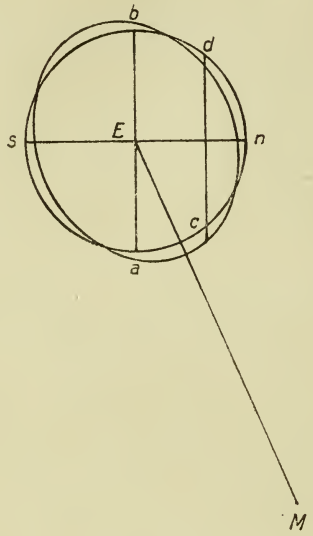


Abb. 5

Mondes in der Ebene des Äquators zwei im wesentlichen gleiche Halbtagstiden stattfanden, tritt nun im Verlaufe eines Mondtages nur einmal Hochwasser dann ein, wenn für den im Punkte *c* gedachten Beobachter der Stundenwinkel des Mondes gleich 0^h ist. Nach Verlauf eines halben Mondtages tritt für den Beobachter, wenn er inzwischen nach dem Punkte *d* angelangt und für ihn der Stundenwinkel des Mondes nun gleich 12^h ist, Niedrigwasser ein. Auf dem Parallelkreise *c d* tritt also während eines Mondtages nur einmal Hochwasser und einmal Niedrigwasser ein, es findet nur einmal Flut und einmal Ebbe statt. Diese Erscheinung der Eintagstide müßte noch deutlicher hervortreten, wenn zur Zeit der Solstitien Neu- und Vollmond eintritt, da dann beide störenden Gestirne vereint in dem angegebenen Sinne ihre Wirkung geltend machen.

An den Küsten von England und allgemein an den Küsten des nördlichen Europas müßte diese Erscheinung stark ausgeprägt zu beobachten sein, gleichgültig, ob man die vertikale oder die horizontale Komponente der fluterzeugenden Kräfte in Anwendung bringt. Bei Annahme des Newtonschen Flutprinzipes ist diese Folgerung unweigerlich notwendig, und sie kann nicht umgangen werden. Von einer solchen fundamentalen Änderung der Fluterscheinungen, die mit wachsender Deklination des betreffenden störenden Gestirnes aus Halbtagstiden in Eintagstiden allmählich übergehen müßten, ist aber selbst in höheren geographischen Breiten nichts zu bemerken. Auch beim Maximum der Deklination des Mondes treten, wenigstens im Atlantischen Ozean im wesentlichen nicht anders geartete Tiden auf, als wenn der Mond in der Ebene des Äquators sich befindet.

Diese Folgerung bildet eine der größten Schwierigkeiten der Newtonschen Fluttheorie, und um sie zu beseitigen, nahm man, ohne einen Grund anzuführen und völlig willkürlich an, daß die Tiden in der theoretisch geforderten Form auf den mittleren und höheren geographischen Breiten überhaupt nicht zustande kämen. Man stellte dann die Hypothese auf, daß nur am Äquator eine Flutwelle entstände, die dann nord- und südwärts von der Ursprungsstelle fortschreite und dadurch auf den Parallelkreisen bis in hohe geographische Breiten stets nur Halbtagstiden hervorrufe. So ist es allgemein und als selbstverständliche Auffassung üblich geworden, auch für die Tiden der höheren Breiten nur die Tiden des Äquators gelten zu lassen. Dabei ließ man im Widerspruch mit physikalischen Gesetzen gänzlich außeracht, daß die Flutwelle des Äquators auf dem weiten Wege vom Orte ihrer Entstehung bis in höhere Breiten bis zu völliger Unmerklichkeit

abnehmen mußte. Auch neigte man wohl der Ansicht zu, daß der Atlantische Ozean zur Erzeugung einer selbständigen Flutwelle überhaupt zu klein sei, und von dieser Ansicht ausgehend, verlegte man den Ursprung der Flutwelle, diese als freie Welle betrachtend, noch weiter bis in den großen Ozean zurück, aus dem sie auf dem Umwege um Südafrika oder Südamerika in den Atlantischen Ozean gelangen sollte. Da aber selbst Landseen, wie z. B. der Michigansee in Nordamerika eine deutlich ausgesprochene und genau gemessene Flutwelle von 7 *cm* zeigt, so muß man selbstverständlich den Atlantischen Ozean zufolge seiner sehr viel größeren Ausdehnung für durchaus befähigt halten, eine ursprüngliche und bedeutende Flutwelle hervorzubringen.

(Fortsetzung folgt.)

Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln.

Von Dr. **Alfred Berger** in Wien.

Mit 2 Tafeln. (Schluß)

Die folgende Arbeit ist wesentlich einfacher. Wir stellen aus dem 2 *mm* starken Winkeleisen durch Aussägen der Winkel in bekannter Weise die Hälfte eines 16-Eckes her, so daß zuerst eine halbe, dann sieben ganze und zum Schluß wieder eine halbe Seite folgt. Der Radius des umgeschriebenen Kreises dieses 16-Ecks ist aber nicht 1.5, sondern entspricht der Hälfte der Geraden *A A* in Abb. 6. Diesen Teil benötigen wir in vier Stücken. Je zwei werden aneinandergelegt und mit dem Feilkloben oder Zwingen zusammengespannt. Aus demselben Winkeleisen fertigen wir uns 12 *cm* lange Stücke, welche durch Zusammenbiegen im Schraubstock auf die Form der Abb. 7 gebracht werden. Diese Laschen werden an den Stellen, wo das Winkeleisen geknickt wurde, über die beiden zusammengelegten Schenkel gezogen und mit zwei Mutterschrauben befestigt. Abb. 8 erläutert das Gesagte. Solche Laschen werden an allen Knickstellen angebracht und hierdurch je zwei Winkeleisen fest miteinander verbunden. Hat man zwei solche „Gurten" hergestellt, so werden sie mit den Enden in je zwei Eckpunkte, welche zwei gegenüberliegenden Seiten des 16-Ecks angehören, eingesetzt und mit je zwei Schrauben befestigt. Normal auf diese werden vier weitere Gurten aus je zwei Winkeleisen gefertigt, welche jedoch nur aus drei ganzen und einer halben Seite bestehen. Es folgen endlich noch vier weitere kurze Gurten, wie die Abb. 6a und 6b erkennen lassen. Dort, wo zwei Stücke zusammenstoßen, wird überall gehörig Schenkel auf Schenkel gebohrt und verschraubt und endlich zur horizontalen Verbindung von Knick zu Knick einfaches Winkeleisen benutzt, welches in Stücke entsprechender Länge gesägt und an den entsprechenden Stellen mittels Schrauben befestigt wird. Hierbei wird nur zwischen den ersten beiden Gurten jener Raum freigelassen, welcher für den Spalt bestimmt ist und sich über vier ganze und ein halbes Feld erstreckt. Entlang des Spaltes werden auf der Oberseite der Gurten auf beiden Seiten zwei entsprechend geknickte Winkeleisen mit nach oben gerichtetem Schenkel als Anschlag für die Spalttür aufgeschraubt. Damit ist das eigentliche Gewölbe der Kuppel hergestellt und es erübrigt nur noch die Herstellung der Spalttür und der Laufschiene.

Die letztere fertigt man sehr einfach, indem man zwei Bandeisen von je 4 *mm* Stärke gegeneinander um etwa 1 *m* versetzt, um einen Kranz von Nägeln, wie schon bekannt, mit 1,5 Radius

herumlegt und fortlaufend in etwa 30 bis 40 *cm* Abstand beide Bandeisen durchlocht und verschraubt. Setzt man die fertige Laufschiene unter den Rollenkranz, so wird, wenn alles gehörig genau ausgeführt ist, die Kuppelkonstruktion spielend leicht drehbar sein. Eventuelle Hemmungen und Spannungen müssen durch genaues Nachsehen der Ursachen dieser Störungen unter allen Umständen beseitigt und ein leichter und hemmungsloser Gang sichergestellt werden.

Die Herstellung der Spalttür erfolgt in der Weise, daß wir zunächst zwei Gurten aus doppeltem Winkeleisen von 2 *mm* Stärke fertigen. Die Gurten enthalten eine halbe, drei ganze und endlich eine Seite von anderthalbfacher Länge. Hierbei wird man zu jeder Seite noch etwa 0.5 bis 1 *cm* zugeben müssen, damit die Knicke der Spalttür genau über jenen des Spaltes zu stehen kommen. An Stelle der Winkeleisen für die Horizontalverbindung der Gurten verwenden wir hier jedoch Bandeisen. Die Spalttür läuft unten und oben auf je zwei Kugellagerrollen, welche unten zwischen zwei zu einem |¯| verschraubten Winkeleisen befestigt sind (Abb. 9), während am Ende des obersten horizontalen Feldes der Tür einfach zwei parallel aufgeschraubte Winkeleisen zur Aufnahme der Rollen dienen (vgl. Abb. 10). Die Führung der Rollen geschieht unten auf dem einen Schenkel eines an die Gurten der Spaltöffnung angeschraubten |¯|-Eisens (Abb. 6b). Oben laufen die Rollen in einem rechteckigen Rahmen (Abb. 11), welcher ein Ausspringen der Tür absolut ausschließt. Der Rahmen ist an den Gurten nach Verwendung geeigneter Unterlagen in vertikaler Richtung mittels Schrauben befestigt. Für die Herstellung der unteren Laufschiene und des rechteckigen Rahmens verwenden wir das 3 *mm* starke Winkeleisen. Die geeignete Stelle für die Befestigung des rechteckigen Rahmens wird man am besten durch Versuche ermitteln. Die Schenkel der Tür müssen sich an die auf die Gurten aufgesetzten Schenkel bei geschlossener Tür genau passend anlegen und im übrigen die Spalttür ganz leicht auf und zu gleiten. Daß ich die oberste horizontale Fläche der Spalttür über das Ende des Spaltes ein gutes Stück hinausgehen lasse, hat seinen Grund in dem Umstand, daß hierdurch Eintreiben von Schnee verhütet wird. Um diesen Zweck noch vollkommener zu erreichen, wird oben am rechteckigen Rahmen ein genügend großes und geeignet gebogenes starkes Blech angeschraubt, welches frei über das Ende der Spalttür hinweggeht und an der Holzschalung der Kuppel angenagelt wird.

Ist die Eisenkonstruktion fertiggestellt, dann wird alles zerlegt und an der Baustelle montiert. Ich war in der glücklichen Lage, an meinem Hause einen Turm zu besitzen, welcher sich für den Zweck, den er jetzt erfüllt, vorzüglich eignete. Der Leser, der einen Kuppelbau beabsichtigt, wird ja stets genau wissen, über welchen Raum die Kuppel zu stehen kommt, und ich will demnach annehmen, die Kuppel sei an Ort und Stelle gebracht und montiert.

Für die Deckung der Kuppel verwendete ich 25 *cm* breite, 1 *cm* starke Bretter. Sie wurden entsprechend der Größe der einzelnen Felder geschnitten und mit je vier Mutterschrauben an dem Winkeleisen befestigt. Hierbei ist es durchaus nicht nötig, das Winkeleisen zu durchbohren, sondern man führt die Schrauben an diesem vorbei hindurch und sorgt an der Innenseite durch genügend breite Unterlagscheiben für entsprechende Auflage der Schraubenmutter. Nur bei der Spalttür wird man die Schrauben besser durch Holz und Eisen ziehen, um größere Festigkeit gegen seitliche Verziehung zu erzielen. Ist die Holzschalung an der Außenseite der Kuppel vollendet, dann wird das Holz mit Karbolineum, die Eisenkon-

struktion mit Ölfarbe zweimal gestrichen und die Kuppel mit 1.5 bis 2 *mm* starker Ruberoidpappe gedeckt. Für die Herstellung von Wetterschenkel und Wasserablauf sind die örtlichen Verhältnisse zu sehr maßgebend, als daß ich hierüber Vorschläge machen könnte. Diese kleinen Ergänzungen werden wohl am besten dem Handwerker überlassen.

Ich will nicht unterlassen, die Kosten meiner Kuppel im nachfolgenden aufzuführen.

Winkel- und Bandeisen . . .	K	135
12 Kugellagerrollen	„	60
Schraubenmaterial	„	85
Ölfarbe und Karbolineum . .	„	72
Holzmaterial	„	60
Ruberoidpappe	„	36
Diverses Material, Bohrer, Sägen	„	100
Sa.:	K	548

Hierbei kamen die Kriegspreise des Jahres 1917 in Betracht. Man wird vielleicht der Ansicht sein, daß bei Verwendung von T-Eisen statt der Winkeleisen eine wesentliche Ersparnis an Arbeit zu erzielen wäre. Diese Ansicht ist aber aus dem Grunde irrig, weil bei dem Mangel an maschinellen Behelfen die Bearbeitung von schwachen Winkelprofilen weit weniger Mühe verursacht als die von T-Eisen, weil dieses in den für uns in Betracht kommenden Dimensionen nur in wesentlich größerer Stärke in den Handel kommt. Ich will endlich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß ich die einzelnen kleinen Details, wie Sperrung der Spalttür, Bewegung der Spalttür mittels Rollenzug, Sturmsicherung der Kuppel, Abdichtung gegen Zugluft u. a. nicht im einzelnen besprechen will, da sie sich aus persönlichen und lokalen Bedürfnissen von selbst ergeben. Im übrigen bin ich jederzeit bereit, im einzelnen mit weiterer Aufklärung zu dienen.

Ich brauche wohl nicht darauf hinzuweisen, daß in Anpassung an spezielle Zwecke an der Konstruktion der Kuppel Änderungen mannigfacher Art vorgesehen werden müssen. So bedingt z. B. die Ausrüstung des Refraktors mit astro-photographischen Instrumenten unter allen Umständen eine größere Spaltbreite. Abänderungen dieser und anderer Art an der Konstruktion sind jedenfalls unschwer zu berücksichtigen. Ich will endlich nicht verschweigen, daß der Bau der Kuppel ein gewisses Maß von Ausdauer erfordert, da dieselbe Arbeit, derselbe Handgriff immer und immer wieder gemacht werden muß. Da ich jedoch selbst keinerlei Vorkenntnisse oder Schulung in solchen rein manuellen Arbeiten besitze und der gute Wille alles andere ersetzen mußte, kann ich nicht daran zweifeln, daß der Bau der Kuppel auch anderen gelingen muß und geschickteren Händen sicherlich noch besser als mir, wenngleich ich, wie eingangs erwähnt, alle Ursache habe, mit meinem Resultat zufrieden zu sein. [1085

Jupiter, Saturn, Jupitermonde.

Jupiter hat in den 15 Monaten der Unterbrechung seiner Beobachtung in Landstuhl eine so gründliche Wandlung durchgemacht, daß man sich beim ersten Anblick fragte, ob nicht N und S vertauscht sei. Seit Jahrzehnten war der N-Gürtel die Gegend der nie aussetzenden Umwälzungen und der S-Gürtel blieb mit der bekannten Bucht und dem Großen Fleck immer von gleicher Breite und Färbung. Nun ist dieser S-Gürtel als solcher ganz verschwunden. Sein N-Rand ist noch gut sichtbar vorhanden, der S-Rand aber meist so verblaßt, daß er mit Mühe gesehen wird; doch kommen hier wie dort Wolkenballen vor und die frühere, helle Zwischenlinie ist zum sehr hellen, flocki-

gen Raume verbreitert. Erst das ST-Band oder gelegentlich sein Begleiter SSTB tritt wieder stärker hervor. Sodann befinden sich ein SAB und ein deutlicher Rand der SP-Kappe an der Grenze der Wahrnehmbarkeit. Ein EB ist beiderseits zerfranst und von Flecken und Bogen begleitet. — Der N-Gürtel ist am N-Rande mit einzelnen, tiefbraunroten Flecken begleitet oder unterbrochen, von denen gewöhnlich zarte Girlanden in die NTrZ hineinragen. Das NTB und NNTB sind ziemlich gleich an Zartheit und Breite; dem NAB folgt gelegentlich ein NNAB als feine Linie und die Polkappe setzt sehr zart an. — Innerhalb beider Gürtel am Rande der EZ treten allein s t a r k e und wohlbegrenzte Flecke auf, die sich zur Feststellung der Eigenbewegung benützen lassen; ebenso gibt es eine Reihe sehr gut begrenzter, heller Flecke. Aber auch höhere Breiten zeigen erreichbare Knoten, wenn auch die bisherige schlechte Luft sie am Medial nur gerade erkennen ließ. Es würde sich aus mehreren Gründen empfehlen, wenn Beobachter des Planeten uns ihre Auffassung des heutigen Oberflächenzustandes zugänglich machen wollten. Jedenfalls ist Aufmerksamkeit geboten, wie sich die Dinge besonders im ehemaligen S-Gürtel gestalten werden. Außerdem sei gesagt, daß Beobachtungen des Vorübergangs einzelner so gut sichtbarer Flecke durch den mittleren Jupitermeridian von großem Werte sind, wenn sie mit guter MEZ verfolgt werden.

Saturn weist wieder eine so schmale Ringfigur auf, daß die ganze Äquatorzone des Planeten frei liegt und auch der nördliche graue Gürtel zu sehen ist. Der S-Gürtel scheint doppelt zu sein, und zwar mit einer sehr zarten S-Komponente, die nur hier und da aufblitzt. Ein besser sichtbares TB ist auf beiden Halbkugeln vorhanden; sodann ist die Polkappe beiderseits bestimmt abgesetzt. Ob am 3. Februar ein etwas „helleres" Polfleckchen im S wirklich vorhanden war, kann ich nicht genau ausmachen; es schien wenigstens so. Zwischen Ring und N-Gürtel lag ein Teil der hellen E.Z., etwas breiter als der N-Gürtel selber erschien. Da aber die wahren Größen ungemein gering sind, hier z. B. etwa 0.6″, so muß man sich mit vergleichenden Abschätzungen begnügen. — Nur die E.Z. erschien fahlgelblich; alle übrigen Teile der Kugel waren zart senfgrünlich oder vom Tone der trockenen Wasserfarbe Gummigutt. Die Ringfläche im ganzen, besonders der B-Ring, war wesentlich heller; A fiel von der deutlichen Cassinilinie an im Tone ab; entweder war die Enckelinie wirklich sichtbar, was ich glaube, oder A war außen noch etwas düsterer. C war gut sichtbar. — Das nördlichste Säumchen des Ringschattens war noch sehr schmal zu sehen; Breite vermutlich 0.25″. Die Kugel warf auch einen Schlagschatten auf die westliche Ringseite, der geometrisch genau richtig erschien. — Bei diesen Beobachtungen war die Luft zwischen 1 und 2 wechselnd und die Vgr. 305fach bei 30 *cm* Öffnung. Saturn hätte bei höherem Stande als um 10^h wohl auch ruhigere Bilder gegeben.

Jupitermonde. Am 3. Februar war bei Luft 2 und wechselnd etwas besser schon an Vgr. 305 aufgefallen, daß III ungleich hell erschien. Vgr. 626 bestätigte die Vermutung: III zeigte schon ein N-Polfleckchen und einen um die Polzone beginnenden, fast bis an den S-Rand reichenden, trichterförmig zugespitzten Keilfleck, vielleicht von unregelmäßiger Seitenbegrenzung. — IV hatte im N und S kleine Polflecke, auch quer von NO bis SW durch die Scheibe ein mattes Band.

Am 4. Februar b e g e g n e t e n s i c h II u n d III so, daß III hinter II vorüberzog. Es schien die Mitte von II über dem verdeckten S-Rande von III zu liegen und die so geformte Birne hatte

mit II eine glänzende Spitze, so daß der große Helligkeitsunterschied geradezu auffällig war. Elf Lagenschätzungen der Monde ergaben die wahrscheinliche Konjunktion um $9^h0^m45^s$ oder 55^s, wobei die K. selber $9^h0^m45^s$ beobachtet war. Die Monde waren völlig rund, nur in Augenblicken schwirrender Luft konnte ein schwacher Eindruck entstehen, als ob III wegen des hellen Polflecks ein wenig verlängert wäre. Da jetzt wieder die Zeit anbricht, in der lange Monate hindurch solche teilweise und vollständige Bedeckungen sich ereignen, so müßten alle Fernrohrbesitzer auf solche Gelegenheiten scharfes Augenmerk haben. Vgr. zwischen 150 und 200 genügen völlig, das Schauspiel zu genießen. Für die vergrößerten Beugungsscheibchen der Monde in kleineren Fernrohren sind solche Ereignisse sogar noch öfter zu erwarten als für große Rohre mit genauerer Begrenzung der Mondscheiben.

Besonders eindrucksvolle Beobachtungen gelangen am 19. Februar. Es standen zwei Finsterniserscheinungen bevor, wobei die Austritte von III und I aus dem Jupiterschatten zur Uhrkontrolle dienten. Ebenso waren Bedeckungen von IV durch II und von III durch I zu erwarten. Die erstere gewinnt dadurch an Bedeutung, daß sie infolge der fast gleichen scheinbaren Bewegungen von 8^h25^m bis 10^h17^m hingezogen wurde und in ihrem ganzen Verlauf von der ersten bis zur letzten Ränderberührung zwei und eine halbe Stunde gedauert haben dürfte, gewiß ein sehr seltenes Ereignis, das sich bei 626facher Vgr. auch ungemein anziehend gestaltete. Dabei ging II etwas südlich der Mitte von IV vor diesem vorüber. Um 9^h25^m und 10^h19^m tauchte ein kleines, helles N-Polfleckchen auf diesem auf. — Inzwischen hatte sich unerkannt eine sonderbare Mondfinsternis entwickelt, diesmal nämlich durch I auf III hervorgerufen. In unruhiger Luft erschien III wie mit abgeschnittener N-Polkappe — von etwa 50° Nordbreite an; allein unter besseren Umständen war ein prächtiger, schwarzer Halbkreis über dem N-Rande von III zu sehen, der sich nach 10^m, bis zur Unsichtbarkeit abnehmend, zum ONO-Rande verschob. Es wäre wissenswert, ob jemals dergleichen anderswo beobachtet worden ist. [1162] Ph. Fauth.

Der innere Aufbau der Sterne.

Bericht über die Arbeiten von A. S. Eddington betreffend das Strahlungsgleichgewicht[1]).

Von Dr. **Arnold Kohlschütter**, Potsdam.

Nachstehende Ausführungen entnehmen wir mit besonderer Genehmigung des Herrn Verfassers der bekannten Zeitschrift „Die Naturwissenschaften" (1919, Heft 5, 6). Abgesehen von geringfügigen Änderungen, die durch das Übergehen der mathematischen Stellen notwendig wurden, ist der Aufsatz wörtlich wiedergegeben. Schriftl.

1. Die älteren Theorien.

Die älteren Theorien über den inneren Aufbau der Sterne haben sich wenig Zutrauen erringen können. Man betrachtete diese Theorien als schöne, in sich geschlossene, theoretische Bauwerke. Galt es jedoch die Frage, wie weit diese errechneten Modelle nun auch die tatsächlichen Verhältnisse im Innern eines Sternes darstellen würden, so konnten sehr wohl bedenkliche Zweifel geltend gemacht werden. Die Grundlagen dieser Theorien schienen zu willkürlich.

[1]) A. S. Eddington, On the Radiative Equilibrium of the Stars. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 77, S. 16 und S. 596, November 1916 und Juni 1917.

Ferner: A. S. Eddington, The Interior of a Star, Scientia Vol. XXIII, Januar 1918.

Was waren diese Grundlagen? Der Zustand eines Gases — die Materie im Innern von selbstleuchtenden Sternen kann wegen der hohen Temperatur trotz großen Druckes als gasförmig angesehen werden — ist durch die drei Zustandsgrößen Druck, Temperatur und Dichte bestimmt, und die Aufgabe der Theorie liegt darin, für jeden Punkt im Innern des Sternes diese drei Zustandsgrößen zu bestimmen. In bezug auf die geometrische Gestalt des Sternes kann man zunächst eine Vereinfachung des Problemes herbeiführen. Die einzige Gleichgewichtsform einer ruhenden Gasmasse, auf welche keine Kräfte von außen einwirken, ist die Kugel, daher muß in dem einfachen Fall eines alleinstehenden, nicht rotierenden Sternes seine Gestalt kugelförmig sein, die Flächen konstanten Druckes, konstanter Temperatur und konstanter Dichte sind konzentrische Kugelflächen, und die Aufgabe des Problemes besteht darin, den Verlauf der Zustandsgrößen als Funktion des Kugelradius darzustellen.

Da wir drei unabhängige Zustandsgrößen haben, nämlich Druck, Temperatur und Dichte, erfordert jede Theorie als Grundlage drei unabhängige Gesetze, deren jedes eine Beziehung zwischen den Zustandsgrößen geben muß. Als erstes dieser Gesetze haben alle Theorien gemeinsam das Gesetz des mechanischen Gleichgewichtes. Auf einem jeden Massenelement im Innern des Sternes lastet infolge der allgemeinen Schwereanziehung das Gewicht der darüber liegenden Gasmassen. Auf das Massenelement wird daher von außen her ein bestimmter Druck, der Gravitationsdruck der darüber liegenden Massen, ausgeübt, und das Gesetz des mechanischen Gleichgewichtes fordert, daß der innere Gasdruck in dem Massenelement gerade diesem von außen wirkenden Gravitationsdruck das Gleichgewicht hält.

Das zweite der Gesetze, welches auch alle Theorien in gleicher Weise benötigen, ist eine Zustandsgleichung der Materie bzw. der Gase, d. h. eine Gleichung, welche eine physikalisch allgemein gültige Beziehung zwischen den drei Zustandsgrößen Druck, Temperatur und Dichte darstellt. Man hat für die Anwendung auf Sterne bisher fast ausschließlich die Zustandsgleichung der idealen Gase zugrunde gelegt, welche ausdrückt, daß der Druck eines Gases proportional seiner Temperatur und proportional seiner Dichte ist. Diese Zustandsgleichung stellt das Verhalten der wirklichen Gase nur genähert dar, und schon in dem Bereich von Druck und Temperatur, innerhalb dessen wir im Laboratorium Versuche anstellen und Messungen ausführen können, zeigen sich große Abweichungen. Am besten ist das Verhalten wirklicher Gase durch die Zustandsgleichung der idealen Gase dargestellt, solange die Dichte der Gase klein bleibt, die Abweichungen werden um so größer, je größer die Dichte des Gases wird. Das Maßgebende scheint also die Dichte zu sein, nicht etwa Druck oder Temperatur, und es ist wahrscheinlich, daß selbst bei gewaltig hohen Drucken, wie wir sie in Sternen vermuten müssen, ein wirkliches Gas dem idealen Gasgesetz gehorcht, wenn nur auch die Temperatur dementsprechend so hoch ist, daß die resultierende Dichte des Gases klein bleibt.

Van der Waals hat auf Grund von theoretischen Überlegungen über den molekularen Aufbau der Materie die Zustandsgleichung der idealen Gase durch Hinzufügen zweier weiterer Konstanten erweitert und so die unter seinem Namen bekannte allgemeine Zustandsgleichung aufgestellt, die nicht nur das Verhalten der Gase für alle irdisch im Laboratorium realisierbaren Zustände darstellt, sondern auch über die kritischen Punkte hinaus den flüssigen und festen Zustand der Materie beherrscht. Daß man bei den älteren Theorien über den inneren Aufbau der Sterne nicht

diese van der Waalssche Zustandsgleichung, sondern die Gleichung der idealen Gase zugrunde legte, hat seinen Grund darin, daß das an sich komplizierte Problem durch die komplizierte van der Waalssche Gleichung noch schwieriger geworden wäre, und daß ferner die Konstanten der van der Waalsschen Gleichung gar nicht oder nur sehr unsicher bestimmbar sind. Man muß also darauf Acht halten, daß die Anwendung der Zustandsgleichung der idealen Gase sehr wohl für Sterne zulässig ist, wenn die Dichte auch im innersten Kern des Sternes gering ist, daß sie dagegen unzulässig ist für Sterne größerer Dichte.

Nun das dritte Gesetz. Da finden wir bei den älteren Theorien eine große Mannigfaltigkeit, und das geringe Zutrauen, das diese Theorien gefunden haben, ist in der Willkür begründet, die in der Wahl dieses dritten Gesetzes herrschte. Man war gezwungen, irgend eine Annahme über den Gleichgewichtszustand innerhalb des Sternes zu machen. So hat man z. B. angenommen, daß die Dichte innerhalb des Sternes konstant sei, und den Aufbau eines Sternes konstanter Dichte untersucht. Eine andere Annahme ist die, daß die Temperatur innerhalb des Sternes konstant gesetzt wird, sie liefert den isothermen Gleichgewichtszustand eines Sternes. Eine dritte Annahme, die wohl am häufigsten benutzt worden ist und der auch ein physikalischer Sinn zugrunde liegt, ist die des adiabatischen Gleichgewichtes, auch Konvektionsgleichgewicht genannt. Die physikalische Bedeutung des adiabatischen Gleichgewichtszustandes besteht darin, daß eine durch Konvektionsströme sehr stark durcheinandergemischte Gasmasse diesen Zustand annehmen muß, oder anders ausgedrückt: eine Gaskugel befindet sich im adiabatischen Gleichgewicht, wenn die Zustände der längs eines Radius aufeinanderfolgenden Gaselemente genau dieselben sind, die ein bestimmtes Gaselement annehmen würde, wenn es längs des Radius transportiert würde. Zweifellos hat die Anwendung dieses Gleichgewichtszustandes auf Sterne Berechtigung, weil wir an der Sonnenoberfläche Erscheinungen beobachten, die auf starke Konvektionsströme zum mindesten in den obersten Schichten der Sonne schließen lassen. Ob allerdings diese Konvektionsströme sehr tief in das Sonneninnere hineinreichen, ist zweifelhaft.

2. Das Strahlungsgleichgewicht.

Diese Willkür, die über die Annahme des dritten Gesetzes bei den älteren Theorien herrschte, ist jetzt behoben, indem es gelungen ist, ein notwendigerweise wirksames, physikalisch begründetes Prinzip dafür einzusetzen. Es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, daß für das Innere von selbstleuchtenden Sternen eine Bedingung maßgebend sein muß, die Schwarzschild als das Strahlungsgleichgewicht eingeführt hat. Schon 1894 hat Sampson darauf hingewiesen, daß bei dem Energieaustausch im Innern von Sternen die Energieübertragung durch Strahlung eine ausschlaggebende Rolle spielen muß. Im Jahre 1906 hat Schwarzschild die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes aufgestellt, indem er das Problem folgendermaßen formulierte: Aus dem Innern eines Sternes strömt aus unbekannten Quellen ein mächtiger Energiestrom. Die einzelnen Schichten, die dieser Energiestrom durchstrahlt, werden erstens als absorbierend und zweitens infolge ihrer Temperatur als ausstrahlend angenommen. Wie muß die Temperatur der einzelnen aufeinanderfolgenden Schichten sein, damit der Energiestrom stationär befördert wird, d. h. ohne daß eine Temperaturänderung der durchstrahlten Schichten eintritt?

Schwarzschild hat die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes nur

auf die äußersten Oberflächenschichten der Sonne angewendet. Die Erweiterung der Theorie auf das Innere von Sternen sowie die praktische Anwendung auf beliebige Sterne erfolgte im Jahre 1916 durch A. S. Eddington in zwei Arbeiten, über deren Hauptergebnisse im folgenden berichtet werden soll. Eddington beginnt zunächst, den Aufbau eines Sternes auf folgenden Grundlagen zu untersuchen: Als erstes der drei nötigen Gesetze dient ihm die oben angeführte mechanische Gleichgewichtsbedingung. Als zweites Gesetz wählt er die Zustandsgleichung der idealen Gase. Er begrenzt dadurch die Anwendungsmöglichkeit auf Sterne geringer Dichte. Das Beispiel, welches er diesen ersten Rechnungen zugrunde legt, kann deswegen nicht unsere Sonne oder ein ähnlicher Stern von großer Dichte sein, sondern er wählt vielmehr einen Stern, dessen Masse und dessen effektive Temperatur wohl nahe gleich der Masse und effektiven Temperatur unserer Sonne ist, dessen mittlere Dichte aber etwa 1000 mal kleiner als die Sonnendichte ist. Daß derartige Sterne zahlreich vorkommen, wird durch verschiedene astronomische Erfahrungen bestätigt. Als drittes Gesetz wird das Strahlungsgleichgewicht zugrunde gelegt, gefaßt in die Form: Der Energiestrom im Innern eines Sternes ist proportional dem Gradienten der Energiedichte und umgekehrt proportional der Undurchlässigkeit des Mediums.

Es schien zunächst alles gut zu gehen und eine brauchbare Theorie über den inneren Aufbau der Sterne geschaffen zu sein. Jedoch, nachdem auf diesen Grundlagen ein Stern der eben angegebenen Beschaffenheit aufgebaut ist, stellt sich heraus, daß die Theorie zu widersinnigen Unmöglichkeiten führt. So ergibt sich für den Wert der Absorptionskonstante, die naturgemäß im Strahlungsgleichgewicht von großer Bedeutung ist, ein unmöglich hoher Wert, der besagen würde, daß die Strahlung beim Durchgang durch Gas oder Materie von der Dichte unserer atmosphärischen Luft schon nach einer Wegstrecke von 0,001 *cm* fast völlig absorbiert sein würde. Auch folgt für die im Stern eingeschlossene Gesamtenergie ein ganz unwahrscheinlich hoher Wert.

3. Der Strahlungsdruck.

Irgend etwas mußte also an der Theorie noch falsch sein. Da ist es Eddingtons Verdienst, erkannt zu haben, daß die Vernachlässigung des Strahlungsdruckes die Schuld trägt, und daß die Hinzufügung des Strahlungsdruckes die Unstimmigkeiten behebt. Man muß es nicht so auffassen, als ob, weil die Theorie so nicht stimmen will, als neue Hypothese der Strahlungsdruck eingeführt wird, sondern die Hinzufügung des Strahlungsdruckes wird deswegen nötig, weil die bisherige Theorie einen Zustand im Innern des Sternes fordert, bei welchem der Strahlungsdruck eine bedeutende Rolle spielt. Denn die Bedeutung des Strahlungsdruckes hängt offenbar vom Wert der Absorptionskonstante ab; ist sie klein, so ist der Strahlungsdruck klein; ist sie groß, so wird der Strahlungsdruck groß. Da sich nun nach der bisherigen Theorie gerade die Absorptionskonstante als ungeheuer groß ergeben hat, folgt, daß die Vernachlässigung des Strahlungsdruckes unzulässig war.

Der Strahlungsdruck ist eine physikalische Erscheinung, an deren Existenz nicht mehr zu zweifeln ist. Ein Energiestrom transportiert eine gewisse Energie und besitzt deswegen ein Moment proportional seiner Intensität. Durchstrahlt der Strom eine Schicht, in welcher Energie absorbiert oder zerstreut wird, so ist der austretende Energiestrom um den Betrag der absorbierten oder zerstreuten Energie geschwächt, sein Moment ist geringer, und der Verlust an Moment stellt den Strahlungsdruck dar, welcher von dem Strom auf die absorbierende Schicht

ausgeübt wird. Findet die Absorption oder Streuung an kleinen festen Partikelchen statt, so läuft die Berechnung des Strahlungsdruckes auf die Berechnung der Absorption und Streuung an diesen Partikelchen hinaus. Bei der Absorption in Atomen oder Molekülen ist der Vorgang kompliziert, weil dabei offenbar ein innerer Mechanismus ausgelöst wird, aber die einfache Beziehung zwischen Strahlungsdruck und Absorption bleibt auch hier bestehen, da sie nur allgemein die Erhaltung des Momentes darstellt. Experimentell ist der Strahlungsdruck von Lebedew und anderen mit Hilfe von leichten Spiegeln in verdünnter Luft in dem von der Theorie geforderten Betrage nachgewiesen worden.

4. Das Strahlungsgleichgewicht mit Berücksichtigung des Strahlungsdruckes.

Wir wollen weiter dem Gedankengang Eddingtons folgen, den er bei dem Aufbau der Sterne nach dem Strahlungsgleichgewicht, nunmehr mit Berücksichtigung des Strahlungsdruckes, geht. Das Gesetz des mechanischen Gleichgewichtes lautet jetzt: Der innere Druck auf ein Massenelement muß gemeinsam mit dem Strahlungsdruck, welchen der von innen nach außen fließende Energiestrom auf das Massenelement ausübt, dem Gravitationsgewicht der darüber lagernden Massen das Gleichgewicht halten. Als zweites Gesetz wird die Bedingung des Strahlungsgleichgewichtes wie früher formuliert. Diese beiden Gesetze, deren jedes eine Differentialbeziehung zwischen den Zustandsgrößen Druck, Dichte, Temperatur und dem Radius liefert, werden vereint, und durch Elimination des Radius wird eine allgemeine Differentialbeziehung zwischen den Zustandsgrößen im Innern des Sternes erhalten.

Die Lösung dieser Differentialgleichung gelingt jedoch nur unter zwei beschränkenden Annahmen. Erstens muß der Massenabsorptionskoeffizient entweder innerhalb des Sternes überhaupt als konstant angenommen werden, oder es muß wenigstens ein geeignet definierter konstanter Wert an seine Stelle gesetzt werden, welcher die durchschnittliche Absorption vom Mittelpunkt bis zum Rande repräsentiert. Die zweite Annahme bezieht sich auf die Energiequellen, die wir im Innern des Sternes voraussetzen müssen. Die Sterne können nämlich bei dem Studium ihres inneren Aufbaues als stationär betrachtet werden, denn ihre fortschreitende Entwicklung geht so langsam vor sich, daß sie bisher jeder astronomischen Beobachtung sowohl an der Sonne wie an Sternen verborgen blieb. Da nun aber von den Sternen ununterbrochen eine gewaltige Energiemenge abgegeben wird, sind wir gezwungen, Energiequellen im Innern anzunehmen. Das physikalische Wesen dieser Energiequellen kann vorläufig unerörtert bleiben, man mag dabei an Energiegewinn durch Kontraktion oder an Energieerzeugung durch radioaktive Prozesse oder durch irgendwelche sonstige physikalische Vorgänge denken. Über diese Energiequellen soll die Annahme gelten, daß die in der Masseneinheit entstehende Energiemenge innerhalb des Sternes entweder überhaupt konstant sein soll, oder es soll auch für die pro Masseneinheit freiwerdende Energie wenigstens ein geeignet definierter konstanter Durchschnittswert eingeführt werden. Gegen diese beiden beschränkenden Annahmen können keine Bedenken vorliegen. Wohl wird durch sie das Bild, das wir mit ihnen von dem Verlauf der Zustandsgrößen im Innern des Sternes erhalten, ein wenig verändert werden. Jedoch interessiert es uns zurzeit nicht so sehr, genau zu erfahren, wie die Zustandsgrößen sich vom Mittelpunkt bis zur Oberfläche verhalten, sondern das Hauptinteresse richtet sich auf gewisse Integralwerte, die sich auf den gesamten

Stern beziehen und die der astronomischen Beobachtung allein zugänglich sind. Auf diese Integralwerte können die beiden beschränkenden Annahmen keinen großen Einfluß ausüben.

Die Integration der Differentialbeziehung zwischen den Zustandsgrößen ergibt unter diesen vereinfachenden Annahmen das fundamentale Ergebnis: Der Druck ist überall im Innern des Sternes proportional der vierten Potenz der Temperatur.

Das dritte Gesetz, das zur völligen Beherrschung des inneren Aufbaues nötig ist, nämlich eine Zustandsgleichung, ist bisher noch gar nicht benutzt worden, es gilt also das bisher Gesagte für jede beliebige Zustandsgleichung. Wir wollen jetzt eine bestimmte Zustandsgleichung wählen, und zwar die Gleichung der idealen Gase, wodurch wir allerdings die Anwendungsmöglichkeit der Theorie beschränken. Denn nur solange ihre Dichte gering bleibt, gehorchen die wirklichen Gase der Zustandsgleichung der idealen Gase. Da nach astronomischen Erfahrungen eine große Zahl von Sternen eine sehr geringe mittlere Dichte hat, bleibt ein großes Gebiet, auf das die durch Wahl der Idealgasgleichung vereinfachte Theorie angewendet werden kann, und wir haben den großen Vorteil, daß wir ohne Hinzufügung neuer Hypothesen, die mit der Einführung einer komplizierteren Zustandsgleichung verbunden sein würden, auskommen.

Die Einführung der Zustandsgleichung der idealen Gase in unsere Theorie können wir uns bequem machen, indem wir auf die ausgedehnten Untersuchungen Emdens über Gaskugeln zurückgreifen. Emden hat den Aufbau von Gaskugeln eingehend auf folgenden Grundlagen behandelt: Erstens wird die mechanische Gleichgewichtsbedingung (ohne Berücksichtigung des Strahlungsdruckes), zweitens die Zustandsgleichung der idealen Gase zugrunde gelegt, während als drittes Gesetz spezielle Annahmen über die Beziehung zwischen den Zustandsgrößen dienen. Unter den von ihm ausführlich behandelten Fällen findet sich auch der, in welchem der Druck proportional der vierten Potenz der Temperatur ist; das ist aber gerade der Fall, den wir brauchen, denn diese Beziehung hat sich oben als für das Strahlungsgleichgewicht charakteristisch ergeben. Nun hat Emden den Strahlungsdruck nicht berücksichtigt, das können wir aber leicht nachholen, indem wir einfach die Gravitationskonstante mit einem bestimmten Faktor (β) multiplizieren. Wir benutzen daher einfach den von Emden berechneten Ausdruck für die innerhalb jedes Sternes konstante Größe $\frac{\text{Druck}}{\text{Temperatur}^4}$ führen darin β nach unserer Definition ein und multiplizieren außerdem die Gravitationskonstante mit β. So erhalten wir eine neue Beziehung, die den von uns gewählten Grundlagen des Strahlungsgleichgewichtes streng entspricht.

(Fortsetzung folgt.)

Zur Statistik der Sonnenflecken.

In dem vorliegenden die Monate Oktober bis Dezember 1919 umfassenden Bericht über die Sonnentätigkeit soll trotz der nicht sehr umfangreich eingelaufenen Beobachtungen der Mitglieder der Sonnengruppe versucht werden, einen allgemeinen Überblick über den Verlauf der Vorgänge auf der Sonne zu geben. Die Witterung hatte einen zu argen Streich gespielt und die Geduld der Beobachter auf eine sehr harte Probe gestellt:

Oktober: Die Sonnentätigkeit war nur gering. Bis etwa zur Mitte des Monats ließen sich einige größere Gruppen beobachten. Die Höchstzahl wurde am 12. mit 8 Gruppen und 62 Einzelflecken festgelegt (Seelecke). Am 5. erschien am Ostrand der Sonne eine in Fackeln eingelagerte und schön gestaltete Gruppe mit einem tiefschwarz gefärbten Hauptfleck, der sich im Verlaufe der Sichtbarkeit immer schöner und mächtiger entwickelte (Futh, v. Stempell). Auch seine Penumbra entwickelte sich kräftig. Am 17. trat diese Gruppe wieder am Westrand der Sonne aus. Ebenso interessant in ihrer Entwicklung war eine zweite Gruppe, welche am 10. auf der Osthälfte der Sonne beobachtet wurde. In einem grau gefärbten Feld gelagert nahm sie stetig an Ausdehnung zu und zeigte neben einem recht ansehnlich großen Fleck noch mehrere größere Flecke. Am 17. hatte sie den Westrand der Sonne erreicht. Eine als befriedigend zu bezeichnende Messung des Längendurchmessers dieser Gruppe ergab rund 25 675 geogr. Meilen (v. Stempell). Ein mit 22 *m/s* Geschwindigkeit fahrender Eisenbahnzug würde ohne Aufenthalt zu nehmen diese Strecke in etwa 100 Tagen durcheilt haben. — Im letzten Monatsdrittel war die Sonnenscheibe beinahe fleckenfrei. Die Tätigkeit erreichte am 22. mit einer Gruppe und 4 Flecken ihren tiefsten Stand im Monat (Kaper). Erst gegen Ende des Monats erschienen wieder mehrere größere am Ostrand der Sonne (Futh, Hachfeld, Jockisch), deren Anzahl sich bis zu 7 Gruppen mit mehreren Flecken von größerer Ausdehnung steigerte (v. Buttlar). Der große Fleck der am 5. am Ostrand der Sonne eingetretenen Gruppe konnte auch vom 8. bis 11. mit bloßem geschütztem Auge gesehen werden (Kaper).

Auffallend war wieder, wie in den vergangenen Monaten, das zahlreiche Auftreten von Fackeln bei geringster Fleckenzahl. Außer 4 Tagen, für die keine Beobachtungen vorliegen, waren an jedem Tage des Monats Fackeln sichtbar.

November: Noch ungünstiger als wie im Vormonat gestaltete sich die Witterung in diesem Monat, welcher fast andauernd trüben Himmel bescherte. Am 1. stand eine ganz gewaltige Gruppe mit vielen Flecken in Sonnenmitte (v. Buttlar). Am 5. erschien am Ostrand der Sonne ein Fleck, bei dem schon die vierte Wiederkehr festgestellt werden konnte (v. Buttlar). In der übrigen Zeit des Monats traten im allgemeinen nur kleinere Gruppen auf (Hachfeld, Jockisch, Kaper, Krause, Malsch, v. Stempell, Voß), die nur mittleren Fernrohren zugänglich waren. Die Sonne schien daher in kleineren Instrumenten bisweilen vollkommen fleckenfrei. Am 24. nahm die Tätigkeit wieder stark zu. In der Osthälfte der Sonne wurden unter anderen Gruppen zwei größere Flecke mit Penumbren sichtbar (v. Buttlar, Kaper), welche am 24., 26. und 30. mit unbewaffnetem geschützten Auge erblickt werden konnten (Kaper).

Über den Umfang der Fackelbildung in diesem Monat läßt sich infolge der spärlich eingegangenen Beobachtungen kein vollkommenes Bild machen. Am 17. und 24. waren Fackelgruppen von gewaltiger Ausdehnung sichtbar (Kaper).

Dezember: Das trübe Wetter verhinderte auch in diesem Monat eine regere Beobachtungstätigkeit. Am 8. hatte sich der bereits oben erwähnte, am 5. November am Ostrand der Sonne zum viertenmal wieder eingetretene Fleck vollständig aufgelöst. Seit seinem ersten Auftreten am 13. August hat er also 117 Tage überdauert (v. Buttlar). Nachdem am 4. eine große Gruppe und ein großer Fleck noch am Westrand der Sonne sichtbar gewesen waren, ließen sich in dem übrigen Teil des Monats

nur mittelgroße und kleinere Gruppen beobachten. Am 17. wurden dann wieder zwei Gruppen mehrfach beobachtet, von denen die eine einen etwas bedeutenderen Fleck mit ziemlich ausgedehnter Penumbra aufwies (v. Stempell). Erst am 31. lagerte wieder eine hübsche und ziemlich starke Fleckgruppe mit 22 Flecken auf der Osthälfte der Sonne (v. Buttlar, Jockisch). Eine auffallend starke Fackeltätigkeit herrschte im letzten Monatsdrittel (v. Buttlar).

Herr Wegner machte den Unterzeichneten darauf aufmerksam, daß er die beiden am 16. Juni 1919 von Herrn Voß mit geschütztem unbewaffnetem Auge gesehenen Gruppen (vgl. Sirius 1919, Heft 11, S. 224) ebenfalls ohne Fernrohr erblicken konnte.

1577] Günther v. Stempell.

Rundschau.

Beobachtung des Zodiakallichtes. Prof. K. Graff veröffentlicht in den A. N. 4999 seine auf der Bergedorfer Sternwarte angestellten gelegentlichen Beobachtungen des Zodiakallichtes aus den Jahren 1909—1914, auf die hier, wegen ihrer Bedeutung und um gleichartige Arbeiten anzuregen, eingegangen sei. Die Aufzeichnungen über die auffälligsten und glänzendsten Erscheinungen geben wir wörtlich wieder: „1911 Jan. 22, 5.9^h. Luft prachtvoll durchsichtig aber unruhig. Z. so hell, daß ich zunächst Feuerschein in der Ferne vermute. Verwaschene Spitze zwischen o und π Piscium, also genau in der Ekliptik. Untere Grenze geht unweit ι Ceti an 30 und 33 Piscium vorbei und ist bis δ Aquarii zu verfolgen, die obere ist durch die Sterne ι Piscium, ζ und α Aquarii bestimmt. An einer vollkommenen Symmetrie der Erscheinung zur Ekliptik ist demnach kaum zu zweifeln. Der Z.-Kegel ist an der Spitze verwaschen, sonst von gleichmäßiger, nach dem Horizonte zunehmender Helligkeit, bei ω Piscium gleich den hellsten Teilen der Milchstraße zwischen Cygnus und Cassiopeia. Über dem eigentlichen Z. lagert eine zweite weit schwächere Erscheinung, deren Umriß fast genau den Sternbildgrenzen Pegasus-Equuleus, Pegasus-Aquarius, Pegasus-Pisces und Andromeda-Pisces folgt und von hier aus in einen weiten Bogen über o Piscium unweit des Horizontes die Gegend von β Ceti erreicht. Das Pegasusviereck ist jedenfalls frei von leuchtender Materie. Der Gegenschein ist nicht mit Sicherheit erkennbar, dagegen läßt sich von der Kegelspitze aus eine etwa 2°—3° breite Lichtbrücke bis in die Gegend von δ Arietis verfolgen (siehe Skizze). Der Versuch einer photographischen Aufnahme (feste Kamera, einfache Konvexlinse von kurzer Brennweite) läßt das Z. leidlich erkennen, wenngleich ohne bestimmtere Grenzen.

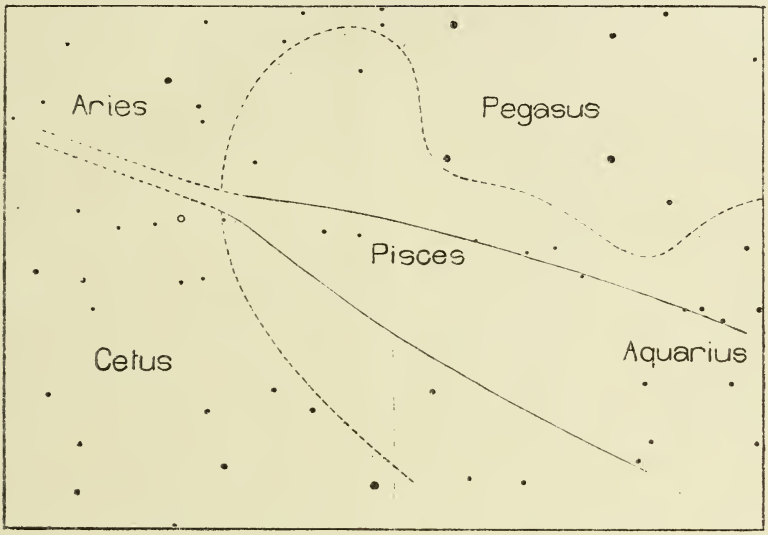
1911 Jan. 23, 5.5^h—7.5^h. Luft wie Jan. 22. Z. nach Anbruch der Dunkelheit in allen Einzelheiten des vorangehenden Tages bestätigt. Die Grenzen sind oberhalb und unterhalb der Ekliptik recht gut feststellbar. Spitze zwischen Saturn ($\alpha = 1^h\,56^m$, $\delta = +9°$) und η Piscium, an der Grenze zwischen Pisces und Aries. Die obere Begrenzung der Pyramide verläuft über δ, 19, γ Piscium, η, ζ, α Aquarii, die untere zwischen ι Ceti und dem Paar 30—33 Piscium, ein wenig südlich von δ Aquarii, was wiederum genaue Symmetrie der Erscheinung zur Ekliptik ergibt. Das sekundäre Licht füllt, wie gestern, Pisces und Aquarius, während das Pegasusviereck verhältnismäßig frei davon ist. Nach Osten zu ist dieser sekundäre Schein nicht ganz bis η und β Ceti zu verfolgen. Die Lichtbrücke reicht in Gestalt eines sehr schwachen, etwa $1^1/_2$

bis 2° breiten Bandes bis in die Gegend δ und ε Arietis. Die scheinbare Abweichung von der Ekliptik ist wahrscheinlich nur auf den Einfluß der Sterngruppen um π und ϱ Arietis zurückzuführen. Die Helligkeit des Z. ist wesentlich größer als diejenige der hellsten Teile der Milchstraße, doch wird seine Wahrnehmung von äußeren Lichtquellen, wie in der Nähe befindlichen hellen Sternen, ferner Straßenbeleuchtung und dergleichen, wesentlich mehr beeinflußt. In dieser Beziehung ist das Z. nur mit der Milchstraße zwischen Canis minor und major vergleichbar. Bei voller Dunkelheit dagegen sind die letztgenannten Milchstraßengebiete nicht heller als die schwächsten Teile des Z. im Aries. Eine Zunahme des mittleren Kegellichtes nach dem Horizont zu ist vorhanden, aber nicht besonders stark hervortretend. Daß sie da ist, beweist der Umstand, daß man das Licht bis hart an den Horizont gut verfolgen kann."

Die sich aus den sechsjährigen Beobachtungen ergebenden wichtigsten Tatsachen stellt Prof. Graff folgendermaßen zusammen:

1. Die Umrisse des Zodiakallichtes zeigen in der Regel vollkommene Symmetrie zur Ekliptik. Die wenigen beobachteten Ausnahmen scheinen mir nicht sicher genug zu sein, um den Schluß auf eine merkliche Neigung zuzulassen.

2. Der für gewöhnlich beobachtete Kegel (Ellipse, Pyramide oder wie die Erscheinung sonst genannt werden mag) stellt nur den hellsten Teil des Zodiakallichtes dar. Das Licht wird überlagert von einem unregelmäßigen, bereits in Harv. Ann. Bd. 33 erwähnten, äußerst schwachen sekundären Schimmer, der mit dem Zodiakallicht in kosmischem Zusammenhange stehen dürfte.



3. Der mittlere, hellste Teil der Lichtbrücke bis zu 4° Breite ist selbst in unseren Gegenden kein besonders schwieriges Objekt. Die Brücke entsteht (siehe Skizze) aus dem Zodiakalkegel ähnlich wie die „Strahlen" der Korona aus den „Büscheln", ohne daß ein ursächlicher Zusammenhang sich nachweisen ließe (vgl. z. B. Astron. Abh. der Hamb.

Sternwarte in Bergedorf Bd. III Nr. 1, Tafel 12).

4. Die Deutlichkeit der Umrisse des Zodiakallichtes und seine Helligkeit sind ohne Zweifel veränderlich, wenngleich zu beachten ist, daß die gute Sichtbarkeit des Zodiakallichtes von äußeren Einflüssen viel mehr abhängt als etwa die Sichtbarkeit der Milchstraße.

5. Zur Zeit größter Auffälligkeit übertrifft die Flächenhelligkeit des Zodiakallichtes um mindestens $^3/_4$ Größenklassen die hellsten Teile der nördlichen Milchstraße im Cepheus und Cygnus. Unter Hinzuziehung meiner photometrischen Milchstraßenmessungen würde daraus weiter folgen, daß das Zodiakallicht unter den genannten Umständen noch um 0.4^m heller ist als die hellsten Wolken im Scutum und fast um 2^m heller als der Himmel am Pol der Milchstraße. [1120

R Coronae borealis und verwandte Sterne. In A. N. 5010 gibt H. Ludendorff eine Zusammenstellung aller ihm bekannten Sterne, deren Lichtwechsel Ähnlichkeit mit dem von R Cor. bor. hat, oder die aus andern Gründen im Verdacht einer solchen Ähnlichkeit stehen. Es sind dies X Persei, T und S U Tauri, T Orionis, R Monocerotis, R X Puppis, U W Centauri, U Lupi, R Coronae australis, R Y Sagittarii, S Y Cephei und U V Cassiopeiae. Mit Ausnahme von R Cor. bor. selbst, dessen galaktische Breite 50° beträgt, liegen alle diese Sterne innerhalb eines Gürtels von $\pm$ 22° galaktischer Breite und zeigen in dieser Eigenschaft eine Ähnlichkeit mit den Neuen Sternen. Auch im Spektrum einiger R Coronae-Sterne finden sich Eigentümlichkeiten, die an die Novae erinnern. Ferner liegen einige von ihnen in Nebeln und deuten auch dadurch auf eine gewisse Verwandtschaft mit den Neuen Sternen hin. Auf Grund dieser Tatsachen erklärt Ludendorff den Lichtwechsel (oft sehr lange andauernde Konstanz einer normalen Helligkeit, unterbrochen durch meist scharf einsetzende Minima) durch das Vorbeiziehen absorbierender kosmischer Nebel- oder Staubmassen, deren Vorhandensein im Weltraum ja allgemein angenommen wird. [1143] P. H.

Zur Statistik der δ-Cephei-Sterne. Interessante statistische Untersuchungen über die δ Cephei-, ζ Geminorum- und Antalgol-Sterne sind von H. Ludendorff angestellt worden (A. N. 5006). Ludendorff untersucht zunächst, ob der die Gestalt der Lichtkurve in erster Annäherung kennzeichnende Wert $\varepsilon = (M - m)/P$, d. i. die Zeit vom Minimum zum Maximum im Verhältnis zur ganzen Periode, in irgendeiner Beziehung zur Periodenlänge steht. Eine graphische Darstellung der benutzten Sterne (91 mit $P >$ 1^d bis 30^d) zeigte, daß bei Sternen mit P etwa 9^d bis 13^d ε stets größer als $^1/_3$ ist. Weiter wurden Beziehungen der Größe ε zur galaktischen Breite der Sterne gefunden in der Form, daß mit wachsendem ε die untersuchten Veränderlichen sich über einen immer breiter werdenden galaktischen Gürtel verteilen. Das gilt jedoch nicht für Sterne, deren Periode kürzer als zwei Tage ist. Bei diesen wurde jedoch ein Gang der Maximalhelligkeiten mit der galaktischen Breite gefunden, und zwar ist die Streuung in galaktischer Breite und die mittlere galaktische Breite um so größer, je geringer die Maximalhelligkeit ist. [1142] P. H.

Fernrohr - Triebwerke. J. Rheden beschreibt in der Zeitschrift für Instrumentenkunde **39**, 273 bis 280 eine verbesserte automatische Kupplung für Fernrohr - Triebwerke mit direktem elektromotorischen Antrieb, auf die Interessenten hier hingewiesen seien. [1146

Die deutsche Zentralstelle für Erdbebenforschung, die sich früher in Straßburg i. Els. befand, hat seit Mai vorigen Jahres ihren Sitz nach Jena (Sternwarte) verlegt. Wie bisher, so hofft sie

auch jetzt wieder auf rege Unterstützung von seiten weitester Bevölkerungskreise durch Sammeln und Zusendung von Erdbebennachrichten, auch solcher aus alten Chroniken, Kirchenbüchern, Zeitschriften usw. mit genauer Quellenangabe. Für jede, auch die bescheidenste Mitteilung, darf der Einsender auf den Dank der Zentralstelle rechnen. Ganz besonders wertvoll sind Erdbebennachrichten aus Nord-, Mittel-, Ost- und Südostdeutschland, weil diese Gegenden nur recht selten von Erderschütterungen betroffen zu werden pflegen und deshalb, zum Teil mit Unrecht, als erdbebenlos angesehen werden. [1171

Vermischte Beobachtungsnachrichten.

Als ich am 22. März nachmittags den Mond beobachtete, erschien in seiner Nähe um 6^h21^m, also noch am hellen Tage, ein Meteor, das in seiner Bahn fast genau der Nord-Süd-Richtung folgte; seine Helligkeit war so groß wie die des Jupiter, seine Farbe etwa gleich der des Mondes. Es hinterließ einen schnurgeraden, ziemlich dicken, grauen Wolkenstreifen, der sich auf der von dem Meteor beschriebenen, etwa 10° langen Bahn hinzog. Um $6^h21{,}5^m$ begann der Streifen in eine Wellenlinie überzugehen und nahm an Länge noch zu. Bald darauf bildete die Wellenlinie einige Schleifen und verdickte sich in der Nähe ihrer Enden. Um 6^h25^m verschwand für das bloße Auge die Verbindung der beiden Verdickungen, so daß das ganze Gebilde wie zwei Rauchwolken aussah, die noch bis 6^h29^m sichtbar blieben. In der nördlichen der beiden Rauchwolken erblickte ich im Fernrohr den Stern α Arietis, wodurch die Lage der Erscheinung am Himmel annähernd festgelegt sein dürfte.

In diesem Jahre gelang es mir, die sonst so seltene Erscheinung des Zodiakallichtes an 10 Abenden zu beobachten. Außerordentlich hell erschien es am 15. Februar und 16. März. Seine Helligkeit übertraf an diesen Tagen die der Milchstraße. Ich konnte die Erscheinung sogar deutlich erkennen, wenn irdisches Seitenlicht in großer Menge vorhanden war. Die Spitze des Tierkreislichtes, das ich im allgemeinen von $6^1/_2{}^h$ bis 9^h sehen konnte, lag in der Gegend der Plejaden, doch konnte ich die Erscheinung zuweilen bis zu den Hyaden verfolgen. [1167

Wolfgang Gleißberg, Breslau.

Am Montag, den 8. März 8^h30^m beobachtete ich mit einem Fernrohr von 73 mm Öffnung den Jupiter. Der 2. und 3. Mond standen links, der 1. und 4. rechts neben der Scheibe, beide Paare dicht zusammen. Da keine Durchgänge und Verfinsterungen stattfanden, beobachtete ich den Planeten und gab weiter keine Obacht auf die Monde. Als ich dieselben nun aber nach etwa 7 Minuten ins Auge faßte, standen der 2. und 3. Mond so nahe zusammen, daß sie bei Vergr. 72 nicht mehr zu trennen waren. Auch bei Vergr. 138 konnte ich die Monde nicht mehr getrennt sehen, sie sahen aus wie ein länglicher Stern. Bei Vergr. 72 habe ich dann weiter beobachtet (138 × war für den Luftzustand zu stark), und nun begannen die beiden Monde ihr längliches Aussehen zu verlieren; um 8^h50^m war keine lange Form mehr zu erkennen; sie erschienen völlig rund. Aber schon nach 4 Minuten, also um 8^h54^m, wurde der „Sternmond" wieder länglich und um 8^h58^m waren die Monde wieder getrennt zu sehen und gewährten etwa den Anblick von Castor bei 48mal Vergr. — Wenn ich auch die Monde während kurzer Zeit ganz rund sah, so muß — falls überhaupt — doch

nur eine teilweise Bedeckung stattgefunden haben, denn die Helligkeit der beiden Monde war immer größer, als wenn nur ein Mond dort gestanden hätte, demnach hat der eine, der 2. Mond, jedenfalls mehr oder weniger hinter dem andern hervorgeschaut. [1168] W. Kaper, Tange.

Februar 8. 7^h MEZ.

Das Zodiakallicht begann dicht über dem Horizonte, beinahe im Westpunkte (westlich der fünf Sterne $\gamma, \iota, \vartheta, \varkappa, \lambda$ Piscium und erstreckte sich zunächst bis zu dem Sterne δ Arietis, später bis zu den Plejaden. Die Südgrenze reichte bis weit in den Walfisch, etwa bis β Ceti. Die pyramidenförmige Gestalt des Zodiakallichtes war deutlich sichtbar. Von der Mitte an etwa war es zu beiden Seiten von einem lichtschwachen Schimmer wie von einem Mantel umgeben, der sich bis zur Milchstraße (μ und η Geminorum) verfolgen ließ. Ich habe die Erscheinung noch nie in solchem Glanze gesehen.

Februar 9. 7h MEZ.

Das Zodiakallicht war in ähnlicher Ausdehnung wie am 8. zu sehen, wenn auch nicht ganz so hell. Ich konnte jedoch wieder den „Mantel" bis zur Milchstraße hin erkennen.

Februar16. 6^h45^m MEZ.

Das Zodiakallicht zeigt sich in einer Intensität, die die der Milchstraße bei weitem übertrifft. An der Basis reichte es von β Ceti bis α Pegasi, die Spitze reichte über die Plejaden weit hinaus. In der Gegend des Regulus schien eine Art Gegenschein sichtbar zu sein, jedoch konnte ich das nicht genau feststellen.

Im ganzen habe ich das Zodiakallicht im Februar mindestens 7mal beobachtet, war aber zuletzt schon so daran gewöhnt, daß ich mir gar keine Notizen mehr darüber machte.

[1169] Wolfgang May, Breslau.

Meinungsaustausch.

Gamma Andromedae. In dem Roman „Michel Blank und seine Liesel" der in Velhagen & Klasings Monatsheften erschien, findet man (Dezemberheft 1918, S. 421) folgendes: „Und dem Planetentöpfer war ein Fernrohr zum Kauf angeboten worden, das er vorher erst ausprobieren wollte ... und als sie (die Aufheiterung des Himmels) nun wirklich eintrat, nahm er den Tubus unter den Arm und wanderte der Brücke zu, von wo er vorerst den dreifachen Stern Gamma in der Andromeda aufs Korn zu nehmen beabsichtigte. Er hatte aber begründete Aussicht und gute Hoffnung, daß es ihm beschieden sein würde, auf dem Heimweg, so zwischen drei und vier Uhr morgens, den Doppelstern Lambda im Orion zu erwischen, diesen beliebten Prüfstein für ein Fernrohr und für das geübte Auge eines Sternguckers .... Er zog das ziemlich große Fernrohr aus und richtete es ... Ja, ja, das Gamma! Das wunderschöne Gamma in der Andromeda! Drei Sterne, gelb der große, blau die zwei andern! O ihr wunderlieben Himmelslichter! Das Röhrel kauf' ich! Selbstverständlich kauf' ich das Röhrel! Da kommt ein Stativ dazu und dann wird's tadellos sein! Guck' hier, Mannel, und sag', ob das dort oben nicht ausschaut wie drei Edelsteine auf dem Busen einer Königin aus Tausend und einer Nacht!"

Mit einem Ausziehfernrohr ohne Stativ den blauen Begleiter von γ Andromedae zu trennen, das dürfte so ganz einfach nicht sein. Oder hat der Verfasser den mit sichtlicher Liebe gezeichneten „Planetentöpfer" jener jedem Fachmann bekannten Kategorie von „Astronomen" zuweisen wollen, die mit einem „kleinen aber vorzüglichen Fernrohr" und einem „ganz hervorragend

scharfem Auge" alle Wunder des Himmels nachentdecken? [1158] L.

War Sirius vor 2000 Jahren rot? Die Angabe, Sirius sei im Altertum rötlich gewesen, ist für die Astrophysik von großer Bedeutung. Läge wirklich die Tatsache vor, daß sich ein roter Stern in so kurzer Zeit zur Weißglut erhitzt hat? Denn von einem plötzlichen Aufflammen in der Zwischenzeit nach Art der neuen Sterne hätten wir gewiß Kunde erhalten. — Die einzige zuverlässige Quelle ist meines Wissens eine Angabe des Fixsternkataloges im „Handbuch" des Ptolomaeus (Almagest). Dort heißt es beim „großen Hund": „1. Der glänzendste rötliche am Maule, der sog. Hundsstern." Es ist mir unbekannt, ob die Stelle philologisch einwandfrei ist. Auch daß ein Versehen von Ptolemaeus selbst vorliege, ist recht unwahrscheinlich.

Dennoch dürfte folgendes nicht ohne Interesse sein. Bei Euripides († 406 v. Chr.) tritt zu Anfang der „Iphigenie in Aulis" Agamemnon in früher Morgenstunde aus dem Zelt und fragt seinen alten Diener, welcher Stern dort einherziehe, worauf dieser antwortet: „Sirius, der brandrote (wenn die Lesart richtig ist), ganz nahe dem Siebengestirn, den Plejaden, noch in der Mitte des Himmels (kulminierend)." Wenn das heute ein Großstadtdichter schrieb, brauchte man sich nicht zu wundern. Aber sollten die Griechen den Sternenhimmel so schlecht gekannt haben? Wird man nicht unwillkürlich zu der Annahme gedrängt, Euripides meine mit Sirius den Aldebaran? „Seirios" heißt einfach „der hell Strahlende". Daß Sirius seit Anfang nur der feststehende Name für α canis maioris gewesen sein soll, ist ausgeschlossen: denn Hesiod und andere nennen z. B. die Sonne Sirius. Von größter Bedeutung in dieser Hinsicht ist aber eine Stelle bei Eratosthenes (3. Jahrhundert v. Chr.): „Dergleichen Sterne nennen die Astronomen Sirius . . ." Also Sirius ein Gattungsname!

Erst Arat (3. Jahrhundert v. Chr.) erwähnt in seinen „Sternerscheinungen" den „hitzigen Hund" mit der Bemerkung: „Die Sterblichen nennen den Dörrer Sirius".

Könnte man also sicherstellen, Aldebaran habe eine Zeitlang den Namen Sirius geführt, so wäre nur noch zu erklären, wie in irgendeinem Zusammenhang hiermit die Angabe bei Ptolemaeus auf Verwechslung beruhe.

1159] H. Grunsky.

Bücherschau.

Jaques, Atmosphärische Tiden. Selbstverlag. Kommission: Vereinigte graphische Anstalten Koppe-Bellmann Akt.-Ges., Prag-Smichow 1917 (29 Seiten mit 8 Abb.).

Verfasser führt aus, daß durch die Attraktion der Sonne und des Mondes atmosphärische Tiden entstehen müssen, die zu den Neumonds- und Vollmondszeiten zusammenfallen, im übrigen sich aber durch den Umlauf des Mondes um durchschnittlich 13.2° täglich voneinander entfernen. Diese Vorgänge spielen sich aber nur im obersten Teil der Atmosphäre ab, der, von den unteren Luftschichten getrennt, an der Rotation nicht teilnimmt, sondern die Erde als flacher Ring innerhalb der Wendekreise umgibt und auch die Erscheinungen des Zodiakallichtes hervorruft. Durch das Abwandern der Luftschichten zu den Sonnen- und Mondfluten entstehen zwischen diesen Wirbel, die bis in die untere Atmosphäre eindringen und hier als Depressionen bemerkt werden. Am stärksten ist diese Wirkung, wenn der Abstand zwischen Mond und Sonne 60° bzw. 120° beträgt, da sich die Grenzen der Flutberge dann unter einem rechten Winkel kreuzen. Diese sich ziemlich regelmäßig vollziehenden Erscheinungen werden durch thermische Einflüsse (Wärmefluten) überdeckt, mitunter sogar in ihr Gegenteil umgekehrt. P. H. [1126

Friedrich Wächter, Erde und Mond, Eine Studie über noch ungelöste Probleme dieser beiden Weltkörper. A. Hartlebens Ver-

lag, Wien und Leipzig 1919 (25 S. mit 1 T.).

Verfasser sucht zunächst den großen Klimaumschwung nach der Tertiärzeit, der uns die Diluvialzeit brachte, zu erklären. Die Ursache ist nach seiner Ansicht eine ungeheuer intensive Vulkantätigkeit, deren Entstehung durch den Aufsturz eines relativ großen, fremden Weltkörpers auf die Erde zu erklären sei. Die geographische Lage der Vulkane deute auch auf ein derartiges Naturereignis hin. Auch die Strahlensysteme des Mondes, ebenso die Wallebenen, Ringgebirge und Krater werden durch den Aufprall kosmischer Körper, die die Bruchstücke eines sich selbst zertrümmernden Doppelmondes seien, erklärt. Ein die Mondoberfläche nur streifendes Meteor habe das Alpental hervorgebracht.

P. H. [1125

Littrows Atlas des Gestirnten Himmels für Freunde der Astronomie. Taschenausgabe. Mit einer Einleitung von Prof. Dr. J. Plassmann. Berlin. Ferd. Dümmler. 1920. Geb. ℳ 6.—.

Gegenüber der teuren und unbequemen alten Ausgabe macht die neue im Taschenformat von vornherein einen sehr ansprechenden Eindruck. Die Einleitung Plassmanns bietet alles für den Anfänger erforderliche Material mit (recht beherzigenswerten!) Aussprachebezeichnungen. Die Wiedergabe der Karten erfolgte in einfarbiger Omnitypie; naturgemäß ist der Maßstab ein recht kleiner.

Wir empfehlen den kleinen Atlas besonders zum Gebrauch auf der Reise.

Kr. [1135

Spektroskopie von Prof. Dr. L. Grebe. II. Aufl. Aus Natur und Geisteswelt Nr. 284. Teubner 1919. 115 S. mit 63 Fig.

Fragen der Spektroskopie haben für den Liebhaber der Sternforschung stets Interesse. Er findet sie hier im engen Rahmen einer knappen Zusammenfassung behandelt. Von Neuigkeiten der II. Auflage gegenüber der I. seien besonders die Röntgenstrahlen erwähnt. Die Tabelle der Spektrallinien am Schluß scheint uns ganz entbehrlich. Die letzte Seite hätte man lieber für ein Register als für Verlagsankündigungen benutzt gesehen. [1164] Kr.

Graphisches Rechnen von Otto Prölß. Aus Natur und Geisteswelt Nr. 708. 104 S. mit 164 Figuren. Teubner 1920.

Methoden des graphischen Rechnens finden immer noch Eingang in alle Zweige der exakten Naturwissenschaften, so daß es sich für jeden lohnt, sich wenigstens einen Eindruck davon zu verschaffen. Dies wird hier mit beachtenswerter Vielseitigkeit erzielt, so daß das Büchlein gern empfohlen werden möge. [1164] Kr.

Nautik von Dr. Joh. Möller. Aus Natur und Geisteswelt Nr. 255. 116 S. mit 64 Fig. und 1 Seekarte. Teubner 1919.

Das durch seine anschaulichen Beispiele auch den Astronomen sehr anregende Werkchen sei allen, besonders den Seefahrern unter uns, bestens empfohlen. Die gegenwärtige 2. Auflage behandelt auch schon die funkentelegraphische Richtungsbestimmung. [1164] Kr.

Planetenbüchlein für das Jahr 1920. Erste Einführung in die Lehre von der Bewegung der Planeten. Von Cuno Hoffmeister. Mit zwei Tafeln. Preis geh. 1,20 ℳ. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Ein praktisches Büchlein, das eine erste Einführung in die Lehre von der Bewegung der Planeten gibt und sich an alle Freunde des gestirnten Himmels richtet, besonders an die lernende Jugend. Der Verfasser war deshalb bemüht, seine Darstellungen möglichst leichtverständlich zu gestalten und genötigt, viel weniger vorauszusetzen, als es sonst bei unseren Lesern der Fall ist. [1165] Kr.

Dr. Chr. Pfeiffer, Grundbegriffe der photographischen Optik. 77 S. mit 40 Abb. und 7 photographischen Aufnahmen. Verlag Th. Thomas, Leipzig 1920.

Da die wichtigsten Werke über das behandelte Thema zur Zeit sehr kostspielig sind (z. B. die im Literaturverzeichnis sonderbarerweise nicht genannten Harting „Ratgeber" und Königs „Siebenmännerbuch"), so ist eine wohlfeile erste Einführung gewiß zu begrüßen. Der Leser wird auf alle wesentlichen Probleme aufmerksam gemacht. Bei der Behandlung der Aufnahmen bewegter Objekte geht Verf. wohl zu rigoros vor. Der Liebhaberphotograph wird hier schon aus der Praxis hinreichend belehrt werden. Der letzte Absatz von Abschnitt 19 enthält übrigens zwei Irrtümer. Es muß heißen Höegh statt Hagh und „Hypargon-Doppelanastigmat" statt „Dagor"; Dagor ist ja ein Universalobjektiv. S. 61 ist Dallmeyer statt Daltmeyer zu lesen. [1166] Kr.

Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40314
Schriftleitung: Paul Hügeler Berlin SO 33, Schlesischestr. 21.

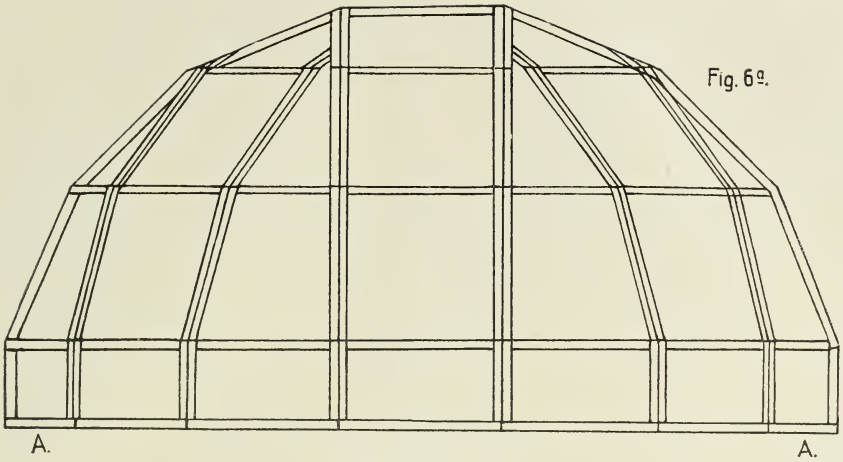


Fig. 6a.

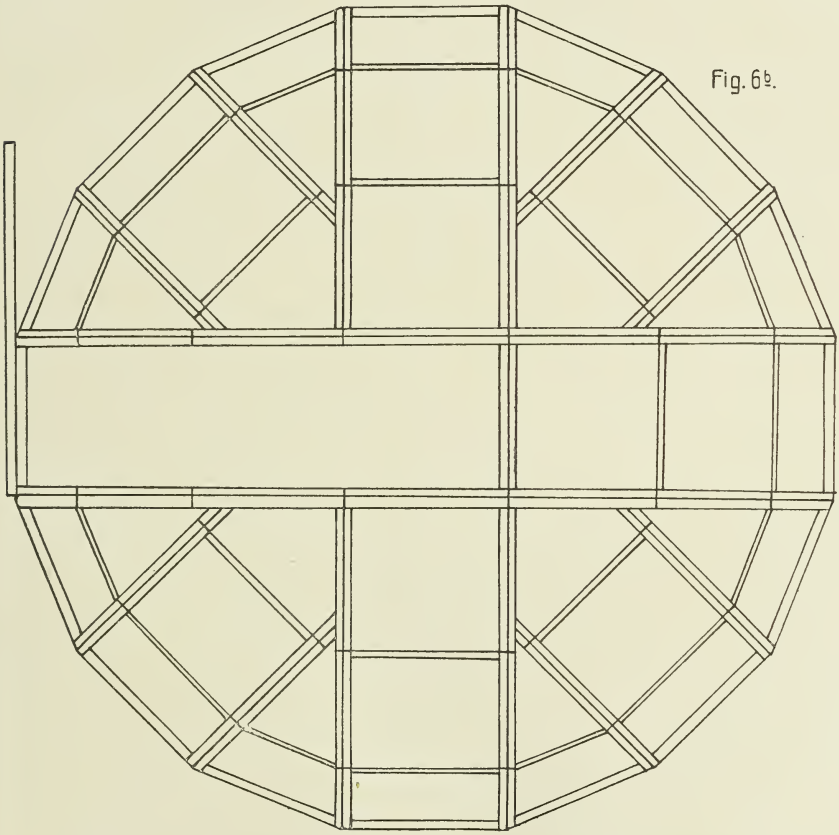


Fig. 6b.

Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln.

Band 53 1920

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger**
herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

Juni 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.
Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Flut und Ebbe. Von Prof. E. Hoff, Altona. Mit 9 Abbild. S. 109. (Fortsetz.) — Der innere Aufbau der Sterne. Von Dr. Arnold Kohlschütter. S. 114. (Fortsetz.) — Über die Leistungen eines Merzschen Schulfernrohres. Von O. Morgenroth. S. 118. — Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln. S. 120. — Der Schraubenwert des Fadenmikrometers. (Mit 1 Abb.) S. 121. — Rundschau. (Mit 1 Tafel.) S. 122. — Bücherschau. S. 127. — Angelegenheiten der Ingedelia. S. 128. — Redaktionelles. S. 128.

Flut und Ebbe.

Von Prof. **E. Hoff**, Altona. Mit 9 Abbildungen. (Fortsetzung)

Es sind nun noch diejenigen Veränderungen der Flutwelle zu behandeln, welche nach dem Newtonschen Flutprinzip zufolge der wechselnden Entfernungen der störenden Gestirne von der Erde, also insbesondere beim Perihel und Aphel der Erde, beim Perigäum und Apogäum des Mondes veranlaßt werden. Da bei den vorher abgeleiteten Störungsgrößen die Entfernung A der Erde von der Sonne, und die Entfernung a des Mondes von der Erde in der dritten Potenz im Nenner stehen, so muß danach der Tidenhub der Sonnenwelle und ebenso der Tidenhub der Mondwelle umgekehrt wie die dritten Potenzen der betreffenden Abstände sich ändern. Diese Behauptung findet man in allen Lehrbüchern, welche die Fluterscheinungen behandeln, und man läßt den Leser, dem die näheren und durch die Beobachtungen festgestellten Einzelheiten der Fluterscheinungen nicht bekannt sind ,auch in der Meinung, daß diese Folgerung in Wirklichkeit zutreffe. In der Tat liegt aber die Sache in der Natur ganz anders. Die Sonnenwelle ändert sich zufolge der wechselnden Entfernungen der Erde von der Sonne in einem anderen und komplizierteren Verhältnisse, als dieses einfache Gesetz es verlangt. Die Mondwelle aber ändert der Beobachtung zufolge ihren Tidenhub einfach umgekehrt, wie die wechselnde Entfernung des Mondes von der Erde, nicht umgekehrt wie das Quadrat und noch weniger wie die dritte Potenz des Abstandes. Dies ist für die Tiden des Atlantischen Ozeans längst nachgewiesen, und die Hochwasserstände der Flutwelle für die verschiedenen Hafenorte sind in den Wilhelmshafener Gezeitentafeln nach dieser Regel berechnet. Es wird also auch in diesem Falle, ebenso wie in den vorher angeführten, die Folgerung des Newtonschen Flutprinzipes von der Natur entschieden und beharrlich geleugnet.

Wenn bisher auf die Tiden des Atlantischen Ozeans besondere Rücksicht

genommen wurde, so geschah dies aus dem Grunde, weil die Tiden dieses Meeres am besten bekannt, den Tiden des Äquators nach dem Newtonschen Flutprinzipe am ähnlichsten, und nach dem Urteile der zuständigen Forscher im Vergleiche zu den Tiden der anderen Weltmeere die einfachsten sind. Aber selbst in diesem günstigsten Falle müssen wir dahin urteilen, daß die Flutserscheinungen des genannten Ozeanes, sowohl was ihre Größe als auch die erwähnten Eigentümlichkeiten anbetrifft, auf Grund des Newtonschen Flutprinzipes uns unverständlich bleiben.

Bei dieser mißlichen Sachlage hat man zahlreiche andere Erklärungsversuche ersonnen, um die Fluterscheinungen unserem Verständnisse näher zu bringen. Es ist nicht möglich, diese hier der Reihe nach zu erörtern, der dafür sich interessierende Leser möge sie nach der Zusammenstellung in dem schon erwähnten Werke von K r ü m m e l nachlesen. Unter diesen Erklärungsversuchen nimmt die vielgenannte Kanaltheorie eine hervorragende Stellung ein, und es soll deshalb hier eine möglichst kurze Darlegung derselben versucht werden.

Nach dieser Theorie dachte man sich zunächst einen, den ganzen Umfang des Äquators einnehmenden Kanal, d. h. eine schmale Wasserstraße, deren Länge die Breite um ein sehr vielfaches übertrifft, und deren Tiefe überall genau dieselbe bleibt. Wird nun z. B. in diesem Kanale durch den Einfluß der Sonne eine Flutwelle hervorgerufen, so ist diese als eine erzwungene Welle zu betrachten. Es entsteht also eine Halbtagstide, deren Scheitel der täglichen Bewegung der Sonne folgt. Diese soll nun eine freie Welle erzeugen, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit nur abhängig ist von der Tiefe des Kanales in der Art, daß ihr Fortschreiten um so langsamer erfolgt, je geringer die Tiefe des Kanales ist. Diese beiden Wellen, die erzwungene und die freie, treten nun je nach der Tiefe des Kanales in wechselnde Kombinationen. Verläuft der Kanal in der Richtung eines Meridianes, so soll eine stehende Welle hervorgerufen werden, die, wenn am Äquator Hochwasser eintritt, an den Polen Niedrigwasser und umgekehrt veranlassen soll. Ein Blick auf eine Karte der Flutstundenlinien, so mangelhaft sie zur Zeit auch noch sein mag, zeigt deutlich, daß eine solche direkte Beziehung zwischen Äquator und Pol in der Natur gar nicht vorhanden ist. Dann soll zwischen Äquator und Pol eine sogenannte kritische Breite vorhanden sein, auf der die Tiden völlig verschwinden sollen, und nur eine Tidenströmung bald in der einen, bald in der entgegengesetzten Richtung stattfinden soll. Diese kritische Breite soll etwa 35° Nord und Süd sein. Auf diesem Parallelkreise aber verlaufen in der Natur die Tiden durchschnittlich ebenso, wie auf den anderen Parallelkreisen. Es ist meines Erachtens eigentümlich, daß man theoretisch die genannten Folgerungen zieht, von denen man schon vorher weiß, daß sie in Wirklichkeit gar nicht zutreffen. Verläuft der Kanal in beliebiger Richtung um die Erde, so muß, um die ihm wirksame fluterzeugende Kraft zu ermitteln, der Newtonsche Kraftfaktor dreimal in je zwei Komponenten zerlegt werden, von denen jedesmal eine unberücksichtigt bleibt. Für die im Kanale wirksame fluterzeugende Kraft bleibt bei diesem Verfahren nur ein äußerst geringer Betrag übrig. Da schon der ganze Newtonsche Kraftfaktor nach dem Vorhergehenden unzureichend ist, um die Flutbewegungen zu erklären, so kann von dem genannten, ganz geringen Restbetrage ein bemerkbarer Tidenhub nach meinem Ermessen nicht mehr erwartet werden. Nach einer erweiterten Auffassung der Kanaltheorie denkt man sich dann die Ozeane durch zahlreiche Scheidewände,

die in Ost-Westrichtung verlaufen sollen, in entsprechend viele Kanäle zerlegt, und zieht für jeden derselben die oben angegegebene Folgerung betreffs der erzwungenen und freien Wellen. Dann denkt man sich die Scheidewände entfernt und den natürlichen Zustand des zusammenhängenden Meeres wieder hergestellt. Trotzdem man damit die grundlegenden Bedingungen wieder aufgehoben hat, läßt man die Folgerungen, die eine verwirrende Kombination der beiden Wellenarten ergeben sollen, bestehen. Eine bessere Einsicht in den gesetzmäßigen Verlauf der Fluterscheinungen wird uns meines Erachtens dadurch nicht vermittelt, jedenfalls stellt man in diesen Ausführungen hypothetisch Bedingungen auf, die in der Natur gar nicht vorhanden sind, und für die gar keine Veranlassung vorliegt.

Bei diesen und allen anderen bisher gegebenen Erklärungsversuchen wird allgemein vorausgesetzt, daß die aus dem Newtonschen Flutprinzipe herzuleitende fluterzeugende Kraft imstande sei, die großen Flutbewegungen der Meere zu veranlassen. Die grundlegende und entscheidende Frage, ob der Kraftfaktor insbesondere auch auf mittleren und höheren geographischen Breiten bemerkbare Tidenhube veranlassen könne, wird nirgend aufgeworfen. Es wird allgemein nur erwähnt, daß die störenden Gestirne im Sinne der Newtonschen Auffassung den Anstoß zu den Flutbewegungen liefern, ohne näher darauf einzugehen. In Wirklichkeit aber muß nach dem Vorhergehenden eine im Vergleich zum Newtonschen Kraftfaktor sehr vielfach gesteigerte fluterzeugende Kraft wirksam sein, die trotz aller Hemmungen und Widerstände, und trotz der Kürze der zur Entwicklung der Flutwelle zur Verfügung stehenden Zeit die gewaltigen Bewegungen und die großartigen Umlagerungen der Wassermassen veranlaßt. Erst wenn wir diese in der Wirklichkeit wirksame Kraft kennen gelernt haben, wird es möglich sein, aus dem Wesen und der Wirkungsart dieser Kraft die Gesetze herzuleiten, welche die Tiden hervorrufen und ihren Verlauf regeln.

Wenn man die Gestalt der Flutwelle, welche an einem Orte der Küste vorüberzieht, durch fortwährende Beobachtungen feststellt, oder besser durch die bekannten existierenden Flutmesser genau aufzeichnen läßt, so findet man, daß die erhaltenen Flutkurven von sehr verwickelter Zusammensetzung sind. Sie stellen eine Kombination von zahlreichen Teil- oder Partialwellen dar, die durch eine sorgfältige und genaue mathematische Zerlegung nach der Methode der sogenannten harmonischen Analyse einzeln herausgefunden werden. Bei der Sonnenwelle sowohl wie bei der Mondwelle findet sich je eine Hauptwelle, die erste Partialwelle, welche die ganze Flutbewegung vorwiegend beherrscht und den Grundzug der Welle im wesentlichen darstellt. Daneben finden sich aber noch zahlreiche mitschwingende Nebenwellen, die je nach ihrem größeren oder geringeren Tidenhub den Charakter der Flutwelle mitbestimmen. Wenn man die herausgefundenen kleinsten Partialwellen unberücksichtigt läßt, und damit von der genauesten Behandlung des Problems absieht, wenn man ferner die von terrestrischen Einflüssen bedingten meteorologischen Einwirkungen ausschließt, so genügen zur Darstellung der Sonnenwelle etwa sieben astronomische Partialwellen. Nachdem man für irgendeinen Hafenort diese ihm zukommenden Partialwellen festgestellt hat, ist man imstande, die für diesen Ort künftig zu erwartenden Flutwellen im voraus zu berechnen. Alle bisher aufgestellten Theorien und Erklärungsversuche der Fluterscheinungen sind aber zur Zeit außerstande, auch nur eine einzige dieser Partialwellen theoretisch einwandfrei erklären zu können. Man legt nur die Erfahrung zu-

grunde, indem man von dem Satze ausgeht, „daß das, was das Wasser heute tut, es auch morgen tun wird.“ Zur Erklärung dieser Partialwellen hat man nun eine eigentümliche Hypothese ersonnen, die hier nach G. H. Darwin (Seite 178 und 179) angeführt werden soll. „Der Mathematiker behandelt nun diese Verwickelung in folgender Weise: er betrachtet zuerst den Mond allein und ersetzt ihn durch eine Anzahl Satelliten von verschiedener Masse, die sich in verschiedenen Ebenen bewegen. Es ist nebensächlich, daß ein solches System von Satelliten die ihnen angewiesenen Bahnen nicht innehalten könnte, falls sie ihrer freien Bewegung überlassen würden, denn wir können uns ein übernatürliches Wesen denken, welches die Satelliten zwingt, in den verlangten Bahnen zu verharren. Einer, und zwar der größte von diesen idealen Satelliten hat nahe dieselbe Masse wie der wirkliche Mond und bewegt sich in einem Kreise über dem Äquator; es ist in der Tat der einfache isolierte Mond, dessen Wirkung ich anfangs darlegte. Ein anderer kleiner Satellit steht still unter den Sternen; andere bewegen sich in solchen Bahnen, daß sie sich immer vertikal über dem 45. Breitengrade befinden; andere stoßen ab, statt anzuziehen, und wieder andere bewegen sich unter den Sternen rückwärts. Alle diese Satelliten sind nun in bezug auf ihre Massen und Bahnen so angeordnet, daß die Summe ihrer Gezeitenkräfte genau derjenigen des wirklichen, sich in seiner wahren Bahn bewegenden Mondes gleichkommt.“ Man hat also in der Theorie hypothetisch einen Grund für die Entstehung der Partialwellen erdacht, der in Wirklichkeit selbstverständlich unzutreffend ist.

Wenn der in diesen Dingen nicht genügend bewanderte Leser die Grundzüge der Fluterscheinungen nach dem Newtonschen Flutprinzipe in einem Buche dargelegt findet, so scheint ihm, wenn zum Beginne der Ausführungen die Tiden des Äquators in der bekannten Art erläutert werden, wenn das Zenit- und Nadirhochwasser und die dazwischen liegenden Niedrigwasser hergeleitet, und je nach den wechselnden Stellungen von Sonne und Mond die Erscheinungen der Spring- und Nipptiden gefolgert werden, die Sache annehmbar zu sein. Dem allgemein üblichen Gebrauche folgend, läßt er sich auch die willkürliche Übertragung der Tiden des Äquators auf die Parallelkreise gefallen. Da aber nach den vorhergehenden Erörterungen für die mittleren und insbesondere für die höheren geographischen Breiten die Sachlage eine ganz andere ist, so werden wir zu dem Schlusse gedrängt, daß diese scheinbare Ähnlichkeit der in dieser Weise dargestellten Fluterscheinungen mit den natürlichen Tiden auf einem Zufalle beruht, und daß in der Natur die Tiden in einer anderen Weise zustande kommen, als die genannte einfache Auffassung ergibt.

Ein vortreffliches Werk, welches uns über die Fluterscheinungen im allgemeinen und speziell über die Tiden von Cuxhaven ausführlich unterrichtet, ist das Buch von H. Lentz: „Flut und Ebbe und die Wirkungen des Windes auf den Meeresspiegel.“ Der Verfasser hat durch eine lange Reihe von Jahren hindurch die Cuxhavener Flutwelle sorgfälitg beobachtet, in seinem Werke erörtert er eingehend diese Beobachtungen und leitet seine wohlbegründeten Schlüsse daraus ab. Obwohl er die Frage, ob der Newtonsche Kraftfaktor auch ausreichend sei, um die Flutbewegungen veranlassen zu können, gar nicht erst erörtert, sondern diesen in der allgemein üblichen Weise als hinreichend annimmt, und obwohl er die Tiden der mittleren und höheren geographischen Breiten, die er zum Beginne seiner Untersuchungen erst richtig ableitet, nicht weiter in Betracht zieht, und in der gewohnten Art die Tiden des Äqua-

tors auch im nordatlantischem Ozeane und in der Nordsee sucht, und eine ganze Reihe der üblichen unzulässigen begünstigenden Hypothesen gelten läßt, kommt er doch zu dem Ergebnisse, daß die Tiden weder durch das Newtonsche Flutprinzip noch durch andere, bisher aufgestellte Erklärungsversuche irgendwie begründet und verstanden werden können. Im Gegensatz zu anderen Autoren, die in oft scharfsinniger Erörterung die schwierigsten und kompliziertesten Untersuchungen anstellen, ohne danach zu fragen, ob die nach ihren Formeln nur schwer zu berechnenden Ergebnisse sich auch in der Natur verwirklicht finden, läßt L e n t z es sich angelegen sein, praktisch festzustellen, ob die bisherigen theoretischen Ergebnisse auch durch die Beobachtung bestätigt werden. In diesem Sinne sich bemühend, kommt L e n t z zu dem schon genannten Schlusse. Schon im Vorworte bemerkt der Verfasser: Die Resultate der neuesten Untersuchungen stellen die Richtigkeit der vorhandenen Theorien durchaus in Frage, und ich bin dadurch in die ungewöhnliche Lage gekommen, am Anfange meines Buches eine Theorie umständlich zu entwickeln, deren Unrichtigkeit ich am Ende desselben zu beweisen unternehme." In diesem ablehnenden Sinne äußert sich L e n t z an vielen anderen Stellen seines Buches. Von diesen Aussprüchen seien hier noch die folgenden angeführt (Seite 165). „Man bemerkt deshalb schon auf den ersten Blick die größten Unterschiede zwischen den theoretischen und den natürlichen Tiden: in der Theorie ändern sich die Tiden von einem Breitengrade zum anderen und die auf dem Äquator sind denen auf dem fünfzigsten Breitengrade kaum noch ähnlich; in der Natur dagegen finden wir bisweilen, z. B. im Atlantischen Ozean, die Tiden auf einer Fläche von hundert Breitegraden Ausdehnung vollkommen einförmig, und die verhältnismäßig geringen Unterschiede, welche sich an verschiedenen Küstenpunkten zwischen ihnen nachweisen lassen, scheinen durch andere Ursachen als durch das Maß der geographischen Breite hervorgerufen zu sein. Man hat deshalb schon seit langer Zeit eingesehen, daß die natürlichen Tiden nicht ganz auf dieselbe Weise wie die theoretischen Tiden entstehen können, aber, verführt durch die unleugbaren Ähnlichkeiten zwischen ihnen, scheint man sich trotzdem gewissermaßen daran gewöhnt zu haben, beide als in der Hauptsache übereinstimmend zu betrachten. Diese Übereinstimmung kann jedoch nur eine scheinbare sein." S. 166 bespricht L e n t z die vorher hier schon erwähnten Ähnlichkeiten zwischen den theoretischen Äquatorialtiden und den Tiden des Atlantischen Ozeanes. Er kommt zu dem Schlusse: „Die Summe dieser Ähnlichkeiten ist so groß, daß ein oberflächlicher Beobachter überhaupt keine Unterschiede findet; trotzdem sind diese vorhanden und sogar von überwiegender Wichtigkeit." (S. 181.) „Es beweist also, daß die theoretischen und die natürlichen Tiden auf ganz verschiedene Weise hervorgebracht sein müssen und daß wir das Vorbild der letzteren nirgends auf dem hypothetischem Wassersphäroide suchen dürfen. Die Ähnlichkeiten, welche wir zwischen den theoretischen und den natürlichen Tiden nachzuweisen vermochten, können wir nur noch als gewissermaßen zufällige bezeichnen." (S. 181.) „Durch die Erkenntnis der Unanwendbarkeit der theoretischen Folgerungen auf die Meere unserer Erde sind wir um eine, w e n n a u c h i r r i g e V o r s t e l l u n g ärmer geworden. Wir sehen die Flutwellen nicht mehr mit Sonne und Mond rund um die Erde reisen, und wenn uns auch dadurch zugleich d i e e r d r ü c k e n d e L a s t u n z ä h l i g e r H y p o t h e s e n a b g e n o m m e n i s t, so sind wir doch keineswegs imstande, sie ohne weiteres

durch richtigere Vorstellungen zu ersetzen. Auf ein zutreffendes Urteil über die Fluterscheinungen in ihrer Gesamtheit werden wir wohl noch auf lange Zeit hinaus verzichten müssen, denn augenblicklich können sie in uns nur den Eindruck eines sehr verworrenen Bildes hervorbringen." (S. 183.) „Die theoretischen Forschungen werden von anderen als den Newtonschen Voraussetzungen auszugehen haben. Newton nahm an, die Erde sei rings von tiefem Wasser umgeben und für diese hypothetische Erde entwickelte er die theoretischen Tiden, welche aber in den hauptsächlichsten Eigenschaften, wie wir gesehen haben, mit den natürlichen Tiden nicht übereinstimmen." (S. 185.) „Vorher muß allerdings die Überzeugung sich Bahn gebrochen haben, daß es notwendig ist, nicht nur eine neue Theorie der Flut und Ebbe des Meeres aufzustellen, sondern auch notwendig sei, sie durch umfassendere als die bisher in der Natur angestellten Beobachtungen zu prüfen und zu bestätigen."

Wenn wir zu diesen Äußerungen noch die Erwägung hinzufügen, daß selbst ein so bedeutender und hochverdienter Forscher wie G. H. Darwin, der das Gebiet der Tidenlehre in erschöpfender Weise beherrscht und durch scharfsinnige Untersuchungen dieses Gebiet zu erweitern bestrebt war, uns nach dem Vorhergehenden nichts besseres zu sagen weiß, als daß die Partialwellen der Tiden durch hypothetische imaginäre Gestirne zu erklären seien, so ist wohl das Urteil berechtigt, daß wir zur Zeit über die Ursache und den Verlauf der Fluterscheinungen nichts bestimmtes wissen.

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigung. Seite 66 rechts Zeile 17 von oben lies Pockels statt Pochel.

Der innere Aufbau der Sterne.

Bericht über die Arbeiten von A. S. Eddington betreffend das Strahlungsgleichgewicht.

Von Dr. **Arnold Kohlschütter**, Potsdam. (Fortsetzung)

5. Beispiel für den Aufbau eines Sternes geringer Dichte.

Nunmehr haben wir zwei einfache und klare Beziehungen erhalten, die den Zustand eines Sternes im Strahlungsgleichgewicht darstellen. Man denke sich β aus diesen beiden Gleichungen eliminiert, ferner denke man sich das Molekulargewicht durch Annahme eines bestimmten Wertes festgelegt, so bleibt eine Beziehung zwischen den drei Integralkonstanten des Sternes, nämlich seiner Masse, mittleren Dichte und effektiven Temperatur bestehen, welche außer physikalisch bekannten Konstanten nur noch den unbekannten durchschnittlichen Massenabsorptionskoeffizienten k_0 enthält. Kennt man also für einen Stern seine Masse, mittlere Dichte und effektive Temperatur, so läßt sich der für ihn geltende Wert k_0 berechnen. Wir würden hierzu die Sonne wählen, da für sie Masse, mittlere Dichte und effektive Temperatur am genauesten bekannt sind, wenn die Theorie in der bisherigen Form auch auf so dichte Sterne wie die Sonne anwendbar wäre. Wegen der Voraussetzung vollkommener Gase müssen wir uns aber zunächst noch auf Sterne geringer Dichte beschränken. Doch auch für solche Sterne liegen genügend astronomische Erfahrungen vor, daß wir einen Musterstern zugrunde legen können, dessen Masse, mittlere Dichte und effektive Temperatur mit hinreichender Sicherheit angegeben werden kann. Eddington wählt einen Stern, dessen Masse das Anderthalbfache der

Sonnenmasse beträgt, dessen mittlere Dichte 0.002, also etwas mehr als Luftdichte, und dessen effektive Temperatur 6500° beträgt. Für den Massenabsorptionskoeffizienten k_0 eines solchen Sternes ergeben sich, je nach Wahl des Molekulargewichtes (54 bis 2), Werte zwischen 30 und 5, die physikalisch recht plausibel erscheinen[1]).

Welches Molekulargewicht ist nun für die Materie der Sterne zugrunde zu legen? Bei den hohen Temperaturen, die im Innern der Sterne herrschen, ist es wahrscheinlich, daß die Dissoziation der Elemente weit fortgeschritten ist oder zum mindesten schon eine wichtige Rolle spielt; wir können also nicht die Atomgewichte der Elemente benutzen, die wir unter irdischen Verhältnissen gemessen haben. Der Prozeß der Dissoziation besteht in einem Absplittern der äußeren Elektronen von dem Atomgebilde, das als aus einem Kern mit frei darum gruppierten einzelnen Elektronen bestehend zu denken ist. So besteht ein Eisenatom (Atomgewicht 56) aus einem Kern mit 26 darum gruppierten Elektronen. Wird eines dieser Elektronen abgesprengt, so wird dieses im Sinne der Gastheorie als ein selbständiges Molekül zu gelten haben, und das bisherige Atomgewicht 56 wird sich auf zwei selbständige Partikel verteilen, also das Molekulargewicht des Eisens wird nach Absprengung nur eines Elektrons schon auf $\frac{56}{2}$ oder 28 gesunken sein. Nach Ablösung eines weiteren Elektrons sinkt das Molekulargewicht des Eisens auf $\frac{56}{3}$ oder etwa 19, dann auf 14, 11 usw. Schließlich, wenn alle 26 Elektronen abgespalten sind, wenn also vollkommene Dissoziation eingetreten ist, ist das Molekulargewicht auf etwas über 2 gesunken. Nun ist es ein wichtiges allgemeines Gesetz, daß für alle Elemente (ausgenommen Wasserstoff) die Anzahl der äußeren Elektronen nahezu halb so groß ist als das Atomgewicht, daß also allen Elementen bei vollkommener Dissoziation das Molekulargewicht 2 zukommt. Die Temperatur im Innern von Sternen ist möglicherweise noch nicht hoch genug, um eine vollkommene Dissoziation herbeizuführen, trotzdem kann aber das maßgebende Molekulargewicht nicht viel höher als 2 sein, weil ja schon die Abspaltung nur weniger Elektronen das Molekulargewicht sehr schnell in die Nähe dieses Grenzwertes 2 herabdrückt.

Nachdem nunmehr das Molekulargewicht festgelegt ist — wir wählen den Wert 2.8 —, und nachdem der innerhalb des Sternes als konstant zu betrachtende Massenabsorptionskoeffizient bestimmt ist, beherrscht man vollständig den Aufbau eines Sternes. Um den Verlauf der Zustandsgrößen im Innern des Sternes zu berechnen, bedient man sich am einfachsten wieder der von Emden für den Fall Druck proportional der vierten Potenz der Temperatur ausgeführten Rechnungen, indem man überall die Gravitationskonstante mit dem früher erwähnten Wert β multipliziert.

Für den oben angegebenen Musterstern geringer Dichte ergeben sich für den Mittelpunkt, wo Dichte, Druck und Temperatur ihre höchsten Werte erreichen, die Zahlen: Die Dichte beträgt etwa $^1/_9$ der Dichte des Wassers, der Druck $2 \cdot 10^7$ Atmosphären und die Temperatur $5 \cdot 10^6$ Grad. Halbwegs vom Mittelpunkt bis zum Rand ist die Temperatur etwa auf $^1/_4$ des Mittel-

[1]) Der Massenabsorptionskoeffizient scheint für sehr kurzwellige Strahlung unabhängig von der Materie und nur abhängig von der Wellenlänge der Strahlung zu sein. Die maximale Wellenlänge der Strahlung im Innern eines solchen Sternes ist von derselben Größenordnung wie die Wellenlänge der Röntgenstrahlen. Die Absorptionsmessungen für Röntgenstrahlen haben Werte des Massenabsorptionskoeffizienten ergeben, die der Größenordnung nach mit den hiergefundenen Werten übereinstimmen.

punktwertes gesunken. Trotz dieser hohen Zahlen der Temperatur bleibt der Gradient der Temperatur überall gering und übersteigt nirgends innerhalb des Sternes den Wert von $1^1/_2$ Grad pro Kilometer.

6. Die Gleichheit der Sternmassen.

Die nach Einsetzen des Wertes β in den von Emden gefundenen Ausdruck für den Fall

$$\frac{\text{Druck}}{\text{Temperatur}^4} = \text{konst.}$$

sich ergebende Beziehung ist ohne Zuhilfenahme irgendwelcher astronomischer Daten nur mit Hilfe physikalisch bekannter Konstanten abgeleitet, sie gilt also für Gasmassen jeder Größe, von den kleinsten Gasbläschen von wenig Gramm Masse an bis zu den größten Gasansammlungen, die man sich im Weltenraum nur denken kann. $1-\beta$ stellt das Verhältnis des Strahlungsdruckes zur Gravitation dar, dieses Verhältnis ist innerhalb einer jeden Gaskugel konstant, ändert sich jedoch von Kugel zu Kugel, und zwar unabhängig von der Dichte nur mit der Masse der Kugel. Berechnen wir dieses Verhältnis des Strahlungsdruckes zur Gravitation (das Molekulargewicht m gleich 2.8 gesetzt) zunächst für ganz kleine Massen von wenigen Gramm, dann fortschreitend zu immer größeren bis zu den allergrößten, so zeigt sich: Bei den kleinen Massen ist das Verhältnis verschwindend klein, und bis zu Massen von der Größenordnung $10^{33}\,g$ bleibt das Verhältnis kleiner als $^1/_{10}$, d. h. der Strahlungsdruck bleibt mehr als 10 mal kleiner als die Gravitation. Bei Massen von $10^{33}\,g$ bis $10^{34}\,g$ steigt plötzlich das Verhältnis des Strahlungsdruckes zur Gravitation von 0.1 bis auf 0.8. Für größere Massen steigt dann das Verhältnis langsam weiter bis zu seinem Grenzwert 1. Die Massen von der Größenordnung $10^{33}\,g$ bis $10^{34}\,g$ nehmen also eine Ausnahmestellung ein, indem für sie der Strahlungsdruck von völliger Bedeutungslosigkeit gegenüber der Gravitation ansteigt bis zu Werten, wo er der Gravitation nahezu das Gleichgewicht hält. Das muß etwas zu bedeuten haben. Und es hat etwas zu bedeuten, denn alle Massen selbstleuchtender Sterne, welche astronomisch haben bestimmt oder geschätzt werden können, sind gerade von der Größenordnung $10^{33}\,g$ bis $10^{34}\,g$. Die der Sonne ist 1.9mal $10^{33}\,g$, die kleinste bisher bekannte Masse eines Fixsternes ist $^1/_7$ der Sonnenmasse, und Sterne mit Massen größer als etwa 30 fache Sonnenmasse scheinen kaum vorzukommen.

Wenn am Himmel Fixsterne von geringer Masse nicht gefunden werden, so ist das dadurch zu erklären, daß die Sterne mit kleiner Masse keine hohe Temperatur erreichen können, daß deshalb ihre Leuchtkraft gering bleibt und sie deshalb unsichtbar bleiben. Die bisher unerklärte Tatsache aber, warum Sterne mit sehr großer Masse nicht gefunden werden, findet nunmehr durch das Strahlungsgleichgewicht eine anschauliche Erklärung. Der innere Druck im Stern hält mit dem Strahlungsdruck zusammen der Gravitation das Gleichgewicht. Für Sterne von größerer Masse wird der Strahlungsdruck stärker und balanciert schließlich nahezu allein von innen wirkend, die von außen wirkende Gravitation aus. Es muß ein solcher Zustand nahe an Instabilität grenzen. Nicht daß der Strahlungsdruck allein, der ja stets kleiner als die Gravitation bleibt, den Stern auseinandersprengen könnte. Sobald jedoch nur eine kleine Zusatzkraft hinzukommt, die wie der Strahlungsdruck von innen nach außen wirkt, wird die Gravitation nicht mehr imstande sein, den Stern zusammenzuhalten. Zum Beispiel eine Rotation des Sternes würde eine solche Zusatzkraft liefern können. Es erklärt sich so, daß Sterne mit sehr großen Massen, wo der Strahlungsdruck nahe gleich der Gravi-

tation wird, wohl gelegentlich vorkommen können, daß sie aber sehr selten sein werden, weil eine geringe Rotation oder sonstige kleine äußere Einwirkungen sie instabil machen würden.

7. Die Beziehung zwischen Masse, mittlerer Dichte und effektiver Temperatur.

Das Interesse der Astronomen richtet sich zurzeit nicht so sehr auf das Verhalten der Zustandsgrößen im Innern der Sterne, sondern vielmehr auf die den gesamten Stern betreffenden Integralkonstanten, die Masse, mittlere Dichte und effektive Temperatur. Allein diese Größen sind der astronomischen Beobachtung zugänglich, und deshalb kann auch nur durch sie eine praktische Prüfung der Theorie erfolgen. Wenn die Theorie eine solche Prüfung besteht, d. h. wenn die theoretische Beziehung zwischen Masse, mittlerer Dichte und effektiver Temperatur durch astronomische Erfahrungen bestätigt wird, so wird die Theorie dem Astronomen für viele Zwecke genügen, ganz unabhängig davon, ob die für das Innere des Sternes errechneten Werte der Zustandsgrößen tatsächlich physikalische Bedeutung haben oder nicht.

Benutzen wir wieder für das Molekulargewicht den Wert 2.8, so kann aus der eingangs 6. erwähnten Beziehung für jede Masse die Größe $1 - \beta$, das Verhältnis des Strahlungsdruckes zur Gravitation berechnet werden. Die Berechnung zeigt, daß für Massen, wie wir sie tatsächlich an Sternen finden, also etwa von der Größe der Sonnenmasse, der Wert $1 - \beta$ ungefähr proportional der Masse wird. Führen wir ferner in Ermangelung besserer Kenntnis die Annahme ein, daß der durchschnittliche Massenabsorptionskoeffizient k_0 für verschiedene Sterne als konstant angesehen werden kann, was für eine erste allgemeine Orientierung zulässig sein wird, so folgt, daß die effektive Temperatur eines Sternes erstens proportional der dritten Wurzel aus seiner Masse und zweitens proportional der sechsten Wurzel aus seiner mittleren Dichte ist. Das erstere läßt sich astronomisch nicht prüfen, weil die vorkommenden Sternmassen nicht verschieden genug sind. Die zweite Beziehung jedoch, die insofern strenger ist, als sie unabhängig von der Wahl des Molekulargewichtes ist und außerdem für alle beliebigen Massen gilt, läßt sich mit astronomischen Erfahrungstatsachen vergleichen.

Nachdem durch Messung der Energieverteilung im Spektrum der Sterne festgestellt worden ist, daß alle Sterne qualitativ wie schwarze Körper strahlen, wird es keinem Bedenken begegnen, anzunehmen, daß die Sterne auch quantitativ wie schwarze Strahler strahlen, sintemal unsere Sonne, an der es geprüft werden kann, sich auch quantitativ wie ein schwarzer Strahler verhält. Wir können also die durch Energieverteilung im Spektrum der Sterne gemessene effektive Temperatur auch als die in der vorliegenden Theorie durch die ausgestrahlte Gesamtenergie definierte effektive Temperatur ansehen. Nur an wenigen hellen Sternen konnte bisher die effektive Temperatur gemessen werden. Jedoch es zeigte sich, daß die effektive Temperatur genau parallel mit dem Spektralcharakter der Sterne läuft. Nach ihrem Spektralcharakter lassen sich die Sterne in eine kontinuierliche Reihe von Spektraltypen einordnen, die man mit den Buchstaben B, A, F, G, K, M bezeichnet. Die Sterne vom Spektraltyp B, die Heliumsterne, sind die heißesten, sie zeigen eine effektive Temperatur von etwa 15 000°. Die nächste Klasse, Spektraltyp A, die Wasserstoffsterne, haben die effektive Temperatur 11 000°. Diese beiden ersten Klassen, B- und A-Sterne, nennt man wegen ihres weißen Lichtes auch weiße Sterne. Für die folgenden Spektralklassen wird die effek-

tive Temperatur kontinuierlich niedriger, so haben die „Sonnensterne", der Spektraltyp G, auch die gelben Sterne genannt, nur noch eine effektive Temperatur von 6000°. Bei der letzten Klasse, Spektraltyp M, den roten Sternen, ist die effektive Temperatur bis auf 3000° gesunken. Da sich der Spektraltyp der Sterne leicht feststellen läßt, kennt man durch diese allgemeine Beziehung auch ihre effektive Temperatur.

(Schluß folgt.)

Über die Leistungen eines Merzschen Schulfernrohres.

Von O. Morgenroth.

Da über die Leistungen kleiner astronomischer Fernrohre vielfach irrige Vorstellungen herrschen, die in den meisten populär - astronomischen Werken noch Unterstützung finden, hat sich der Verfasser veranlaßt gesehen, mit dem in weiten Kreisen von Freunden der Sternkunde bekannten Merzschen Zweizöller (Schulfernrohr) Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen. Die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse stellen wohl nahezu die Höchstleistung des Instrumentes dar. Ungeübte Beobachter werden beträchtlich weniger sehen[1]).

Zur Bestimmung der Sichtbarkeitsgrenze in Sterngrößen, die Herr Astronom C. Hoffmeister ausführte, wurde die Nördliche Polsternfolge von Pickering benutzt. Das Ergebnis war überraschend[2]). Mit dem genannten Instrument war bei durchsichtiger Luft der Stern Nr. 19 (12.22^m) gut, Nr. 20 (12.65^m) blickweise sichtbar. Man vergleiche diese Zahlen mit denen andrer Beobachter. Prof. Dr. Riem verlangt in seinem Schriftchen „Wie finde ich mich am Himmel zurecht", 60 *mm* Öffnung, um einen Stern 9.5^m zu sehen, die Firma Carl Zeiß, Jena, gibt in ihrem Katalog astronomischer Instrumente hierfür 9.6^m als Grenzgröße an. Für einen Stern 12.5^m fordert Newcomb - Engelmanns „Populäre Astronomie" ein Instrument von 17 *cm* Objektivöffnung.

Schwache Sterne in zerstreuten Sternhaufen, wie z. B. in den Plejaden und in der Präsepe, sind für die Beurteilung der Lichtstärke eines Fernrohres weniger geeignet, da durch die große Anzahl ziemlich schwacher Sterne, die auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche zusammengedrängt sind, eine allgemeine Aufhellung des Himmelsgrundes erzeugt wird. Versuche, die der Verfasser an schwachen Plejaden- und Präsepesternen angestellt hat, haben trotzdem die oben mitgeteilten Ergebnisse nahezu bestätigt. Für erstgenannte stand ein Kärtchen Photographischer Sterngrößen schwacher Zentralplejaden von E. Hertzsprung (A. N. 4767) zur Verfügung. Die Sterne Nr. 84 (phot. 11.94^m) — in der Nähe der hellen Alcyone —, sowie Nr. 144 (phot. 12.28^m) waren sicher zu sehen.

Die Lichtstärke des Fernrohres wurde ferner an einigen schwächeren Nebeln und Kometen geprüft. Der Ringnebel in der Leier, der Spiralnebel in den Jagdhunden, der Nebel M_1 im Stier (Krebsnebel) und die dem Andromedanebel benachbarten kleinen Nebel sind gut sichtbar. Am 18. und 19. August 1919 war es möglich, den schwachen Kometen 1919 a (Kopff), dessen Helligkeit nach der Ephemeride 10.8^m war, bei genauer Ortskenntnis zu sehen. Der Komet 1919 c (Metcalf) wurde am 20., 21.

[1]) Diesen Satz bitten wir sehr zu beherzigen! Red.

[2]) Auch von anderer Seite sind mit 2″ schon Sterne 12 Größe gesehen worden. Kr.

und 23. Oktober 1919 beobachtet. Er hatte nach der Ephemeride 8.6m und war im Zweizöller gut sichtbar. Die Auffindung geschah mit Hilfe der Teilkreise.

Was das Auflösungsvermögen von Doppelsternen anbetrifft, waren die Resultate ebenfalls befriedigend. Nachstehende Doppelsterne sind bei starker Vergrößerung (120- und 192 fach) sicher als solche erkannt worden.

Σ 202	α Piscium	2.8m	3.9m	2.8″	314°	1912
668	β Orionis A B . .	0.3	6.7	9.9	202	1914
919	11 Monoc. B C . .	5.5	6.0	2.8	107	1900
2382	ε Lyrae	4.6	6.3	2.9	11	1912
2383	5 Lyrae	4.9	5.2	2.4	123	1915
2909	ζ Aquarii	4.0	4.1	3.4	307	1914

Die Zusammenstellung gibt für jeden Stern die Nummer im Doppelsternkatalog von Struve (Σ), den Namen, die Größen beider Glieder, sowie den Abstand und den Positionswinkel für die angeführte Epoche.

Demnach kann man das Trennungsvermögen zu 2.3″ für gleiche Doppelsternkomponenten von ca. 5. Größe annehmen, was mit der von Dawes aufgestellten Formel $\frac{4.56''}{\text{Öffnung in Zöllen}}$ übereinstimmt. Sie ergibt 2.28″.

Prof. E. Hoff erwähnt u. a. in seiner Abhandlung „Über die Trennbarkeit von Doppelsternen in Fernrohren von verschiedener Größe" (Sirius 51, 61), daß man von einem Zweizöller nur 5″ verlangen kann und empfiehlt als Formel für die Trennbarkeit der Doppelsterne bei verschieden großen Objektiven die Gleichung $d = \frac{20''}{a^2}$, bei der d die kleinste mit dem betreffenden Instrument zu trennende Distanz, a^2 die Öffnung des Objektivs in Pariser Zollen bezeichnet. Daß sich diese Formel wenigstens für kleine Instrumente nicht als anwendbar erweist, zeigen obige Ergebnisse. In genannter Veröffentlichung wird allerdings noch erwähnt, daß die aufgestellte Formel nur der allgemeinen Erfahrung entspricht, und daß ein besonders scharfsichtiger Beobachter mit einem vorzüglichen Instrumente oft erheblich engere Doppelsterne trennen wird. Versuche an mehreren ungeübten oder nur wenig geübten Personen haben aber ein günstigeres Ergebnis gezeitigt, als die eben angeführte Regel es verlangt.

Aus folgenden Beobachtungen geht hervor, daß das Objektiv dieses Instrumentes[1]) auch in andrer Hinsicht Ansehnliches zu leisten vermag. Die Sonne zeigt dem Beobachter außer der feinen Zeichnung der Flecke die Fackeln und bei stärkerer Vergrößerung die Granulation. Jupiter, der eingehend untersucht wurde, ließ die Feinheiten seiner Oberfläche, die Anordnung und Wolkenform der Äquatorialstreifen gut erkennen. Der Schatten des Mondes III war bei sämtlichen in der letzten Zeit stattgefundenen Erscheinungen sichtbar. Ob dies auch bei den andern Trabanten der Fall ist, konnte der Verfasser noch nicht feststellen. Diese Beobachtungen wurden vorteilhaft mit Vergrößerung 96 fach angestellt. Bei Saturn ist sowohl der Schatten des Ringsystems auf der Scheibe, als auch der des Planeten auf den Ringen zu sehen. Die Cassinische Teilung ist bei nicht zu geringer Öffnung an den äußeren Enden des Ringes wahrzunehmen (1919 war diese Trennungslinie noch angedeutet, z. Z. ist sie unsichtbar). Ferner dürfte wohl nicht bekannt sein, daß außer Titan auch Rhea, diese aber nur in ihrer größten Elongation, zu sehen ist.

---

[1]) Leider sind uns vom gleichen Fernrohrtyp auch ungünstige Ergebnisse mitgeteilt. Der Besteller tut daher gut, auf Garantie der Qualität des Objektivs zu dringen. Red.

Weitere Untersuchungen erstreckten sich auf die Beobachtungen am Tage (die Sonne stand bei allen erwähnten Beobachtungen über dem Horizont). Um solche mit Erfolg anstellen zu können, muß das Instrument mit Teilkreisen versehen sein und genaue parallaktische Aufstellung besitzen. Merkur wurde einige Male beobachtet: 1919 September $11^d\,0^h$, $12^d\,0^h$ und 1920 März $1^d\,1^h$; bei starker Vergrößerung war die Phase zu erkennen. Venus, die vom 4. Juni 1919 ab regelmäßig um die Mittagszeit aufgesucht wurde, blieb dem Verfasser nur am Tage der unteren Konjunktion zur Sonne, 1919 September 13, verborgen. Untersuchungen über die Sichtbarkeit Jupiters am Tage, angestellt im September und Oktober 1919, fielen ebenfalls recht günstig aus; der nördliche Äquatorialstreifen war deutlich sichtbar. Die hellsten Fixsterne α Canis majoris, α Lyrae, α Aurigae, α Bootis und β Orionis sind selbst in der Nachbarschaft der Sonne ohne Schwierigkeit wahrzunehmen. Bei größerem Abstand von dieser erstreckt sich die Sichtbarkeit auch auf Sterne bis zur 2. Größe.

Die Leistungsfähigkeit dieses Zweizöllers ist nach Vorstehendem wider Erwarten mancher Liebhaber groß und wird wohl manche Bedenken derjenigen zerstreuen, die, da sie nicht in der Lage sind, sich ein größeres Instrument anzuschaffen, bisher vorzogen, auf den Erwerb eines kleineren Fernrohres zu verzichten[1]). [1168

Sonneberg (Thüringen).

O. Morgenroth.

[1]) Zum Gelegenheitserwerb aus zweiter Hand steht Ingedelia gern den Mitgliedern zur Verfügung. Red.

Über den Bau einer Drehkuppel mit einfachsten Hilfsmitteln.

Der Herr Verfasser des unter der obigen Überschrift im April-Sirius enthaltenen Aufsatzes hat sich mit der Selbstherstellung eines Rollenkranzes so viel Mühe gemacht, daß den Eisenbau-Fachmann aufrichtiges und schmerzliches Bedauern über die Arbeit beschleichen muß, die der Herr Verfasser auf ein untaugliches Objekt verwendet. Der von ihm beschriebene Rollenkranz leidet an vielen Grundfehlern: Winkeleisen von nur 2 *mm* Wandstärke besitzt weder dem Rost noch dem Sturm gegenüber genügend Festigkeit, die Herstellung aus vielen kleinen Teilen vergrößert noch die Unstabilität, und beide Fehler werden durch die übermäßig große Zahl von kleinen Schrauben noch stark unterstrichen. Auf dem Rollenkranz baut sich die ganze Kuppel auf, und er muß daher durchaus genügend stabil sein. Dies ist der beschriebene keinesfalls. Man mag sich die eigentliche Kuppel selbst bauen, wenn man sich dieser Mühe unterziehen will. Den Rollenkranz aber sollte man sich von einer Dampfkesselfabrik als nahtlosen Ring mit gut verschweißter Stoßstelle bestellen. Ich habe mir für meine ebenfalls 3 *m* Durchmesser haltende Kuppel von den „Deutschen Babcock & Wilcox Dampfkessel-Werken, A.-G., Abteilung Ringwerk, Oberhausen, Rheinland, zwei derartig geschweißte Ringe aus Winkeleisen 80 × 80 × 16 *mm* mit eingedrehter Laufrinne zur Aufnahme dreier Stahlkugeln von 80 *mm* Durchmesser machen lassen. Der eine dieser Winkeleisenringe krönt das feststehende Unterteil, und in seine Laufrinne werden in 120° Abstand die 3 Stahlkugeln gelegt. Auf diese kommt mit seiner Laufrinne der zweite Winkeleisenring zu liegen, und auf diesem baut sich die Kuppel auf. Einer besonderen Befestigung bedürfen die Kugeln nicht. Sie werden durch die Last der Kuppel auch bei der Drehung in ihren richtigen Abständen

gehalten, was sich in 10 jähriger Praxis einwandfrei bewährt hat. Ebenso befriedigt die Sturmsicherheit der Kuppel vollkommen. Für die beiden fertig geschweißten und mit der Laufrinne versehenen Winkeleisenringe habe ich im Frieden einschließlich Fracht 120 ℳ gezahlt, und die drei Stahlkugeln hat mir die Firma „Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35 für zusammen 20 ℳ geliefert.

Diese Preise, die vor 10 Jahren gezahlt wurden, gestatten ja allerdings keinen unmittelbaren Vergleich mit den heutigen. Sie zeigen aber ohne weiteres, daß ein sachgemäßer Laufkranz, der gegen Wind und Wetter gefeit ist, nicht nennenswert mehr kostet, als ein primitiver, den der Liebhaber sich mit vieler Mühe aus schwachem, dem Rost und dem Sturm nicht genügend widerstehendem Eisen bauen kann.

Auf dem von mir kurz beschriebenen Laufkranz mag dann der Liebhaber seine Kuppel selbst aufbauen, aber auch hier wird er gut tun, die Versteifungsrippen stärker als 2 *mm* zu wählen, und er wird am besten fahren, wenn er sich die erforderlichen T-Eisen von dem genannten Ringwerk im Kuppelradius rund biegen läßt. Die Kosten hierfür sind gering. Die Arbeit ist viel leichter und die Kuppel wird formenschöner.

Will der Liebhaber die immerhin nicht ganz leichte Arbeit des Rippeneinbaus und der Deckung der Kuppel mit Blech oder mit Holz auf sich nehmen, so sollte er nicht die kleine Mühe scheuen und sich die Kunst des Nietens aneignen. Ein Niet hält viel besser und sicherer, als eine Schraube. Man achte nur darauf, daß der Niet s t r a m m in das Loch hineinpasse. Wackeln darf er im Loche keinesfalls. Er sitzt am besten, wenn es erst eines leichten Hammerschlags bedarf, ihn in das Loch hineinzutreiben. Derartig stramm eingetrieben, soll der Nietstift ungefähr das $1^1/_2$ fache seines Durchmessers aus dem Loch heraussehen. Diesen heraussehenden Teil schlägt man dann mit einem l e i c h t e n Hammer von allen Seiten zu einem Kopfe, dem sogenannten Schließkopf nieder. Man macht am besten erst einmal eine Anzahl Probenietungen an einem alten Stück Eisen.

Ich drücke dem Herrn Verfasser im Geist die durch die ungewohnte Schlosserarbeit gewiß hart gewordene Hand und bitte ihn, überzeugt zu sein, daß mich bei meiner Entgegnung nichts anderes treibt, wie ihn bei seiner Veröffentlichung, nämlich das Streben, das Fürst P e t e r K r o p o t k i n „Gegenseitige Hilfe" getauft hat. [1190

H u g o G a n t k e,
Sternwarte Neufinkenkrug-Berlin.

Der Schraubenwert des Fadenmikrometers.

(Mit 1 Abb.)

Zur Bestimmung des Schraubenwertes in Bogensekunden einer Umdrehung der Trommel des Fadenmikrometers benutzt man gerne die Deklinationsdifferenz des „*AZ*-Bogens" im Perseus (Sternhaufen *h*). Dieser umfaßt $18^1/_2$ Bogenminuten mit passender Unterteilung, wie die uns von Herrn Prof. G r a f f freundlichst überlassene Karte erkennen läßt.

Die Deklinationsdifferenz *AZ* ist folgendermaßen anzunehmen:

Jahr	Differenz
1920.0	1114.95″
1925	1114.59
1930	1114.23
1935	1113.87
1940	1113.51

Bei sehr genauer Rechnung ist der Einfluß der Refraktion zu berücksichtigen sowie die sog. „Red. auf den Jahresanfang“ (siehe Becker, Mikr. Mssg., S. 133) auszuführen.

[1128

Der *AZ*-Bogen im Perseus.

Rundschau.

Aufforderung. Beobachter, die im Besitz noch unpublizierter Beobachtungen der Helligkeit und Farbe der Nova Aquilae 3 sind, werden dringend gebeten, diese zur Verfügung zu stellen, um die Herstellung einer, soweit möglich, alle Beobachtungen umfassenden Licht- und Farbenkurve zu ermöglichen. Eine vorläufige Lichtkurve ist bereits in den A. N. veröffentlicht worden und eine ausführlichere alle uns bis Oktober 1919 zugängliche Beobachtungen umfassende Kurve wird bald erscheinen. Einsendungen sind direkt an Herrn G. Haark, Urania-Sternwarte, Kopenhagen, F. (Dänemark) zu richten. Wir bitten im voraus unsern verbindlichsten Dank zu empfangen.

Urania-Sternwarte. Kopenhagen, F. Mai 1920. C. Luplau Janssen.

Mondphotometrie (hierzu Tafel VI). Die Sternwarte Österberg Prof. Rosenbergs, Tübingen, bringt als erste Veröffentlichung eine photographische Photometrie der Mondoberfläche von F. W. P. Goetz, und zwar für 55 Punkte. Als Haupterfordernis für

exakte derartige Messungen gilt: Beibehaltung der Expositionszeit für alle zu vergleichenden Aufnahmen. Läßt sich dies nicht durchführen, müssen die Beobachtungen wenigstens so angelegt werden, daß man experimentell für jede Schwärzung den Gewinn an Größenklassen bestimmen kann, der einer bestimmten Änderung in der Belichtungszeit entspricht. Von diesem Gesichtspunkt aus wurden die einzelnen Aufnahmen wie folgt hergestellt: Zunächst wurde mit dem apochromatischen Objektiv (130 *mm* Öffnung, 2400 *mm* Brennweite) unter Zuhilfenahme eines Vergrößerungssystems der Mond aufgenommen, der Bilder von im Mittel 55 *mm* Durchmesser gab; Belichtung 1^s bis 4^s. Dann wurden an zwei gegenüberliegenden Punkten der Platte lediglich mit dem Objektiv exponierte extrafokale Scheibchen von 1.80 *mm* des Polarsternes hinzugefügt; Belichtungszeit 60^s. Zur Ermittelung der Plattenkonstanten dienten vier im Laboratorium aufkopierte Vergleichskeile, die bei vier Lampenstellungen mit Belichtungszeiten gleich der des Mondes bzw. einer gleich der von Polaris erhalten wurden. Die Platten zeigten dann das in unserer Tafel VI wiedergegebene Bild. Zur Bestimmung der Schwärzung diente ein Hartmannsches Mikrophotometer. Bei der Reduktion wurde sowohl auf Extinktion als auch auf Veränderlichkeit des Polarsternes sowie auf die Überstrahlung seines extrafokalen Bildchens durch Verschleierung des Untergrundes der Platte in der Nähe des Mondrandes Rücksicht genommen. Die gefundenen Albedowerte für die 55 Punkte schwanken zwischen 0.109 und 0.312, wobei die Albedo des mittleren Vollmondes zu 0.171 und die Flächenhelligkeitsdifferenz zwischen Sonne und Mond zu 14.33^m bestimmt wird. P. H.

Die Dämmerungserscheinungen auf dem Planeten Venus. In der „Zeitschrift für Sinnesphysiologie" (Bd. 50, 338 bis 346) gibt Geh. Rat Wilhelm Filehne Experimente bekannt, die von ihm mit für verschiedene Helligkeit adaptiertem Auge angestellt worden sind. Es zeigte sich hierbei, daß die für Dämmerungslicht adaptierte Netzhaut in der Lage ist, unmittelbar neben verhältnismäßig hellen Flächen auch solche geringerer Helligkeit aufzufassen. Hat unser Sehorgan jedoch Dunkeladaption angenommen, so wird durch die relative Blendung die Umgebung des hellen Netzhautbildes unempfindlicher, und die weniger helle Fläche wird von uns nicht mehr empfunden. Diese Ergebnisse werden von Filehne auf Erschei-

nungen am Planeten Venus angewendet, die er hierdurch physiologisch zu erklären sucht. Er geht von dem insbesondere von H. C. Vogel angegebenen Fernrohrbilde der Sichelphase der Venus (s. Abb.) aus und schreibt dann:

„Auf die Kugelform des Planeten bezogen kann dies dahin gedeutet werden, daß in der Atmosphäre der Venus noch etwa 30 bis 40° über die Grenze der von der Sonne beschienenen Hälfte der Planetenoberfläche hinaus ein Dämmerungslicht (schwächer als die Sichel leuchtend) wahrnehmbar sei und daß von hier aus ein noch schwächerer Lichtschein sich weiter über die dunkle Hälfte des Planeten breite. Dieser Deutung schien aber bisher entgegenzustehen, daß man diese „Dämmerungs"-Erscheinung an der Venus nur während der irdischen

Dämmerung, und zwar nur am noch sehr hellen Dämmerungshimmel, nicht aber am heiteren dunkeln Nachthimmel zu sehen bekommt, an dem doch sonst alle astronomischen Lichterscheinungen viel deutlicher werden als am helleren Himmel. Für die Sichel der Venus findet dies (scheinbare) Hellerwerden bei Zunahme der Dunkelheit des Himmels ja auch statt, nicht aber für den „Dämmerungs"schein, der im Gegenteil verschwindet, sobald das Auge dunkeladaptiert ist. Unsere Versuche haben uns nun gelehrt, daß dies auf folgendem beruhen kann. Das dunkeladaptierte Auge sieht die Sichel sehr hell, fast blendend. Daher wird in der Netzhaut der das Sichelbildchen umgebende Stäbchenapparat — infolge relativer Blendung — auf größere, fast blendende Helligkeit adaptiert und verliert seine Empfindlichkeit gegen schwaches Licht, so daß er durch den schwachen Venusdämmerungsschein nicht mehr erregt wird, während in der Zeit der irdischen Dämmerung die Sichel nur als schwach leuchtend empfunden und durch sie die Dämmerungsadaptierung des Stäbchenapparates nicht gestört wurde. In dieser Dämmerungsadaption ist aber der Stäbchenapparat maximal, jedenfalls genügend empfindlich, um dem Sehbewußtsein die Wahrnehmung des schwachen Venusdämmerungslichtes zu ermöglichen.

Wenn die Technik des Planetenphotographierens imstande wäre, derartige feine Einzelheiten, wie die der Vogelschen Figur, objektiv festzulegen, so würden die Astronomen jaschon längst den Sachverhalt auf diesem Wege klargestellt haben. Da aber gerade hierin der photographische Apparat erheblich weniger leistet als das menschliche Auge, erlaube ich mir den Astronomen einen Vorschlag zu machen und einen Weg zu zeigen, auf dem mit Leichtigkeit sich ermitteln läßt, ob meine an der 5 *cm*-Kugel gemachten Erfahrungen sinngemäß auf die Venus zu übertragen sind.

Ein Beobachter habe in der Zeit der beginnenden irdischen Dämmerung neben der Venussichel den Vogelschen Lichtschein gesehen und einige Stunden später am Nachthimmel sein Fehlen festgestellt. Er erhelle jetzt den Raum, in dem er sich befindet, mit einem ebenso starken Dämmerlichte, wie jenes war, bei dem er die Vogelsche Figur gesehen hatte. Er adaptiere sein Auge für diese Helligkeit. Unseren experimentellen Ermittlungen entsprechend sind jetzt, d. h. so lange die Dämmerungsadaptierung seines Auges vorhält, sämtliche Bedingungen erfüllt, um auch am Nachthimmel die Venusdämmerung wahrzunehmen. Sollte jetzt die Vogelsche Figur nicht sichtbar sein und ihre Sichtbarmachung in keiner Weise sich verwirklichen lassen, so sind zwar meine Experimente und Schlüsse darum doch richtig, aber sie würden für die Venusdämmerung nicht anwendbar sein. Ich zweifele aber nicht, daß der vorgeschlagene Versuch ein positives Ergebnis liefern wird." [1154

Neues vom Jupiter. Der „Große Fleck" auf Jupiter ist seit Wochen verschwunden. Gerade an seinem Orte und im ganzen Südgürtel des Planeten vornehmlich in der Breite seiner Südhälfte, gehen heute noch unvorstellbar großartige Umwälzungen vor sich und die Besitzer starker Fernrohre mögen sich ihre Überwachung nicht entgehen lassen.

Eine Beobachtung am 17. Januar ließ das Oval noch in äußerst zarter Form und Tönung erkennen, d. h. ich vermutete das. Erst wochenlang später stellte ich durch die Siriusephemeride und meine Bearbeitung der Eigenbewegung des Gr. Fl. seit 1912 fest, daß jenes Oval tatsächlich der Fleck war. Seitdem sind die stärksten Stürme und Umwälzungen über die Stelle hinweggegangen. Aber es hat den Anschein,

als ob der alte Zustand sich langsam aus dem Chaos herausschälen wollte. Darum tut Wachsamkeit not, damit die Entwicklung der Ereignisse an den Tag kommt.

In der Breite der von Brenner vor 25 Jahren untersuchten tieftönigen „Violin"- und „Granatflecke", nämlich am N-Rande des stark tätigen, aber anscheinend im Zerfall begriffenen N-Gürtels, treten neuerdings wieder solche längliche Flecke auf. Sie sind teils spindelförmig und von 3″ bis 4″ Länge, teils an ihrem N-Rande inmitten mit einem ovalen, weißen Flecken versehen, selten eingeschnürt, wie die „Violinflecke" waren; neuere Wahrnehmungen lassen mich vermuten, daß die gegenwärtige Kennzeichnung solcher Flecke auch in Lussin s. Z. mit stärkeren Mitteln beobachtet worden wäre; die weißen Stellen messen weniger als eine Bogensekunde.

Weiter ist bemerkenswert, daß weiße, ja glänzende Flecke in verschiedenen Breiten, auch im tiefen Süden zwischen schmalen Bändern, auftreten. Schiefgerichtete graue Streifen von größerer Längenerstreckung, wie sie in den letzten Wochen hie und da sich zeigten, dürfen nicht falsch gedeutet werden. Dergleichen als einheitliche Form gibt es auf Jupiter nie und gab es nie; immer ist das ein summarischer Eindruck in verschiedener Länge und Breite sich folgender Dunkelheiten, die natürlich ursächlich zusammengehören. Bei guter Luft erkennt man aber die Einzelteile, aus denen sich die scheinbare schiefe Linie zusammensetzt, und so muß auch eine Zeichnung den Tatbestand wiedergeben. [1163] Ph. Fauth.

Die Farben der Doppelsterne. Die von Ercole Dembowski in den Jahren 1852—1878 angestellten Beobachtungen von Doppelsternen sind, soweit sie die Farbenangaben betreffen, von C. Wirtz und W. Schreyer einer sehr eingehenden Bearbeitung unterzogen worden (A. N. 5034—35). Haupterfordernis war zunächst, die in Worten gegebenen Farbenschätzungen in eine Skala zu bringen, um so eine statistische Untersuchung möglich zu machen. Der dann abgeleitete allgemeine m. F. einer Farbenschätzung wird zu $\pm$ 0.98^c gefunden. Eine atmosphärische Rotfärbung, die sich durch Abhängigkeit der Farbe von der Zenitdistanz zeigen müßte, spricht sich ebensowenig wie eine Helligkeitsgleichung der Sternfarbe aus, die durch Vertiefung der Farbe mit sinkender Helligkeit charakterisiert wird.

Die Vergleichung von Farbe und Spektrum zeigt einen deutlichen Gang, wobei die weißesten Sterne zwischen die Spektralklassen B 5 und A, das sind die Heliumsterne, zu liegen kommen. Eine Feststellung der Streuung der Sternfarben bei den einzelnen Spektren scheint anzudeuten, daß der Zusammenhang zwischen Farbe und Spektrum um so lockerer wird, je älter der Stern ist. Im Mittel wird jedenfalls gefunden, daß die Farbe zu nahe $^3/_4$ durch das Spektrum bestimmt ist.

Schon bei den Doppelstern-Farbenschätzungen von W. Struve und C. Wirtz hatte sich deutlich gezeigt, daß der absolute Farbenunterschied beider Komponenten um so größer wurde, je größer ihr Helligkeitsunterschied war. Es lag nahe, dieses Phänomen auch an dem Dembowskischen Material zu prüfen. Eine Ordnung der Sterne nach Helligkeitsunterschieden bestätigte diese Erscheinung augenfällig, während eine Ordnung nach Farbenunterschieden keinen regelmäßigen Gang der Helligkeitsunterschiede zeigt. Die im Vergleich zu den Farben ungleich besser bestimmten Helligkeiten dürften die Ursache sein.

Die Diskussion der Wirtzschen Farbenschätzungen hatte Lau finden lassen, daß die Begleiter der jüngeren

Spektraltypen im Durchschnitt tiefer gefärbt sind als die Hauptsterne, während bei den späteren Typen das umgekehrte zutrifft; der Übergang findet zwischen den Typen F 5 und G statt. Auch bei Dembowski wurde dieselbe Erscheinung gefunden. Während Lau glaubte, eine physikalische Erklärung annehmen zu müssen, sieht Wirtz hierin nur die notwendige Folge der zufälligen Verteilung der physikalischen Zustände der Doppelsterne, zumal die bei Dembowski vorkommenden visuellen Doppelsterne dasselbe Verhalten zeigen.

Es wird unsere Leser besonders interessieren, zu hören, daß Dembowski auch „nur" Liebhaberastronom war. Gerade auch aus diesem Grunde haben wir der Diskussion seiner Beobachtungen einen verhältnismäßig breiten Raum gewährt, um dadurch unseren Freunden einen Ansporn zu gleich wertvollen und intensiven Beobachtungen zu geben. P. H. [1175

Parallaxenbestimmung durch Spektrallinien. Die durch Adams und Kohlschütter gegebene Methode zur Ableitung der Parallaxen aus der Intensität gewisser Spektrallinien mußte zunächst, besonders für Sterne mit kleiner Parallaxe, unsicher bleiben, da sie, je mehr desto besser, Material von Sternen voraussetzte, bei denen Spektrum und trigonometrisch bestimmte Parallaxe bekannt waren, so daß man an ihnen eine eventuelle Beziehung dieser beiden Größen bestimmen konnte, derartige Sterne aber noch sehr spärlich waren. Im Laufe der Zeit wuchs jedoch die Anzahl der direkt gemessenen Parallaxen, dazu traten die aus der Eigenbewegung für ganze Gruppen von Sternen abgeleiteten mittleren Parallaxen, wodurch die Grundlage für die oben erwähnte Methode bedeutend erweitert wurde. Die hierdurch ermöglichte erneute Bestimmung der Beziehung zwischen Spektrum und Parallaxe ist 1918 von Adams und Strömberg ausgeführt worden. Welchen Grad von Genauigkeit man dieser Methode bereits zuschreiben kann, mag aus nachstehender Tafel hervorgehen, die wir den Communications des Mount Wilson-Observatoriums Nr. 58 entnehmen.

μ	n	$M_{abs.}$	$\pi_{spec.}$	$\pi_{trig.}$	$\pi_s - \pi_t$
$\leqq 0''.020$	23	— 0.4	$0''.009$	$+ 0''.008$	$+ 0''.001$
$0''.021$—$0''.040$	19	+ 0.2	0.013	0.007	+ 0.006
0.041—0.070	36	+ 0.3	0.013	0.016	— 0.003
0.071—0.100	29	+ 0.7	0.016	0.021	— 0.005
0.101—0.150	38	+ 0.8	0.021	0.026	— 0.005
0.151—0.200	31	+ 2.3	0.039	0.038	+ 0.001
0.201—0.300	35	+ 2.7	0.042	0.043	— 0.001
0.301—0.500	51	+ 3.2	0.042	0.042	0.000

Die Zusammenstellung umfaßt Sterne der 3.5 bis 6.5 Größenklasse. Die einzelnen Spalten geben die Grenzen der Eigenbewegung μ, die Anzahl n, die mittlere absolute Größe $M_{abs.}$ und Parallaxe $\pi_{spc.}$, das Mittel der trigonometrisch bestimmten Parallaxe $\pi_{trig.}$ und schließlich die Differenz der auf den beiden Wegen erlangten Parallaxen $\pi_s - \pi_t$. P. H. [1180

Die Nordische Astronomische Zeitschrift. Die Astronomische Gesellschaft in Kopenhagen gibt die „Nordisk Astronomisk Tidskrift" in neuer Reihe heraus. Dieser Umstand ist für die Freunde der Himmelskunde insofern von Bedeutung, als hier wohl zum erstenmal eine so prominente Persönlichkeit wie Prof. Elis Strömgren sich einer Unternehmung widmet, die wesentlich den ernsten Amateurastronomen angeht. Ein Zeichen, daß allmählich die Arbeit der

Liebhaber immer ernster genommen wird! Strömgren ist „Formand" der Astronomisk Selskab und Dr. Gyllenberg, Prof. Schroeter und Fräulein Vinter Hansen sind Redakteure der Zeitschrift. Werfen wir einen Blick in das erste Heft der neuen Reihe.

Der erste Beitrag von Elis Strömgren, betitelt „Scylla och Charybdis" behandelt die Entwicklungsgeschichte der Sterne insbesondere auf Grund der Eddingtonschen Theorie. Scylla und Charybdis sind die beiden Grenzen, innerhalb deren ein „Stern" als solcher nur existieren kann. Ist nämlich entweder seine Masse kleiner als ein Siebentel der Sonnenmasse, so erreicht seine effektive Temperatur noch nicht 3000°, mit anderen Worten, er leuchtet überhaupt nicht, oder seine Masse überschreitet etwa das Hundertfache der Sonnenmasse, dann wird das Gebilde infolge des inneren Strahlungsdruckes instabil.

Der zweite Beitrag von Mag. scient. Julie M. Vinter Hansen „Om Stjernetemperaturer" behandelt die Bestimmung der Sterntemperatur und gibt eine graphische Darstellung des Zusammenhanges der Miß Maury schen Spektralklassen mit den effektiven Sterntemperaturen.

Den größten Raum nimmt eine Übersetzung von A. S. Eddingtons Vortrag über „Tyngdekraften og Relativitetsprincippet" ein, die neben Einstein auch wesentlich der Verdienste Minkowskis gedenkt.

Den Schluß des 32 Seiten starken Heftes bilden kleine Mitteilungen und Vereinsangelegenheiten.

Zunächst erscheinen im Jahre vier Hefte. Der Jahresbezug kostet im Buchhandel (in Kom. bei G. C. Gad, Kbh.) 6 Kr. jährlich, also etwa 60 ℳ. Leider wird unsere Valuta zunächst nur wenigen den Bezug dieser interessanten Hefte ermöglichen; auch die Kenntnis des Dänischen ist bei uns zu wenig verbreitet. Kr. [1191

Bücherschau.

Dr. Friedrich Nölke, Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems. Eine kritische Studie. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage mit einem Geleitwort von Prof. Dr. H. Jung. XIV + 387. Berlin 1919. Jul. Springer Verlag. Preis geh. 28 ℳ.

Die zweite Auflage bedeutet einen sehr großen Fortschritt gegenüber der ersten, von der nur ganz wenig erhalten geblieben ist. In dem analytischen Teil wird zunächst eine „erzwungene" und dann eine spontane Entwicklung der Sonne und der Planeten sowie der Trabanten und Kometen diskutiert, und zwar einmal im geschlossenen und das andere Mal im offenen System. Der synthetische Teil beginnt mit der physischen Konstitution der kosmischen Nebel und behandelt entsprechend die einzelnen Himmelskörper einschließlich des Zodiakallichtes. In einem Rückblick werden dann alle Ergebnisse zu einem einheitlichen Bild zusammengefaßt, das eine plausible Beschreibung der Entwicklung unseres Planetensystems enthält und in dem der Einfluß des Strahlungsdruckes, der anfänglich die innere Gravitation schwächte, eine große Rolle spielt. Hiernach hat das Werk für jeden tiefer schürfenden Freund der Sternforschung wesentliches Interesse 1155] Kr.

Dr. Ph. Lötzbeyer, Grundlehren der darstellenden Geometrie mit Einschluß der Perspektive. Mit Anhang: Darstellende Geometrie des Geländes (Kotierte Projektion). IX + 132 S. 191 Fig. u. 4 Abb. Dresden. Verlag von L. Ehlermann 1918.

Das vorliegende Buch ist zwar in erster Linie als Abschluß des Lehrbuches der Mathematik für die Oberstufe der Realanstalten von Dronke-Lötzbeyer gedacht, bietet jedoch auch jedem, der für darstellende Geometrie Interesse hat, eine sehr anregende Quelle der Belehrung. In sehr günstigem Zusammenarbeiten von Verfasser und Verlag, der eine für Kriegsverhältnisse geradezu erstaunliche Ausstattung in den zum Teil mehrfarbig gedruckten Figuren ermöglichte, ist hier ein Werk entstanden, das durch die lichtvolle und durch künstlerische Beigaben belebte Darstellung die Beschäftigung mit diesem mathematischen Stoff geradezu zum Vergnügen macht. Für

den zeichnenden Astronomen (besonders Mondforscher) hat besonders der Anhang Interesse. [1156] Kr.

Das Wesen des Lichts. Von Prof. Dr. Max Planck. Verlag Julius Springer, Berln 1920. (22 S.) Preis geh. 1,60 ℳ.

Das Heftchen gibt einen Vortrag wieder, den der Verf. am 28. Oktober 1919 in der Hauptversammlung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gehalten hat. Er zeigt uns, wie die Huygenssche Undulationstheorie nach hartem Kampf schließlich über die Newtonsche Emanationstheorie siegte, wie dann durch die Arbeiten von Maxwell die Optik in die Elektrodynamik eingegliedert wurde. Was hier vorläufig noch Theorie blieb, konnte später durch Hertz und Laue experimentell bestätigt werden. Weitere experimentell festgestellte Tatsachen führten schließlich zur sog. Quantenhypothese des Lichtes, die an die alte Newtonsche Theorie erinnert, und der sich, wie dieser, Schwierigkeiten bei der Erklärung der Interferenz entgegenstellen. Die Physiker sind eifrig bemüht, hier einen Ausweg zu finden. Hoffen wir von diesem unblutigen internationalen Kampf bald eine Entscheidung, die uns wieder einen tüchtigen Schritt in der Naturkenntnis vorwärts tun läßt. [1170 P. H.

Cuno Hoffmeister, Sternkarten zum Einzeichnen von Meteoren, Nordlichtstrahlen und ähnlichen Phänomenen. Die vier Karten (drei Äquatorkarten und eine Nordpolarkarte) umfassen das Gebiet vom Nordpol bis 34° südlicher Deklination und ermöglichen mit Hilfe der beigegebenen Meßstreifen ein leichtes Ablesen der Koordinaten der eingezeichneten Örter. Es wird angenehm empfunden werden, daß keinerlei Netzzeichnung oder Beifügung von Sternnamen den Vergleich mit dem direkt am Himmel Gesehenen stört. Der Preis beläuft sich auf ℳ 1.— für die Polarkarte, je ℳ —.80 für die Äquatorkarten oder ℳ 3.60 für alle vier einschl. Zusendung. Der Bezug erfolgt direkt durch Herrn Hoffmeister, Jena, Sternwarte. Wir können die Karten nur empfehlen.

Angelegenheiten der Ingedelia.

Es hat sich als erforderlich herausgestellt, folgendes anzuordnen.

Zur Gründung von Ortsgruppen, die mehr sein wollen als zwanglose Vereinigungen von Mitgliedern und korporativ aufzutreten wünschen, ist eine vom Vorstand erteilte Vollmacht erforderlich. Solange diese nicht besteht, kann der Vorstand die Vertretungsmacht des etwaigen Gruppenleiters nicht anerkennen.

Die Geschäftsstelle der Ingedelia befindet sich nach wie vor Berlin NW 40, Hindersinstr. 7. Auskünfte, besonders für Groß-Berlin, erteilt der Stellv. Sekretär, Herr G. v. Stempell, Charlottenburg, Leonhardstr. 4 II (Fernruf Wilhelm 7195). Herr Kurd Kißhauer ist von einer offiziellen Vertretung des Vorstandes als Sekretär der Ingedelia suspendiert.

Durch besonderes Entgegenkommen des Leiters der Übungssternwarte der Universität Berlin (Alte Urania, Berlin NW 40, Invalidenstr. 57—63), Herrn Prof. Dr. G. Witt, können die monatlichen Mittwochsversammlungen der Groß-Berliner Mitglieder der Ingedelia jetzt bis auf weiteres in der genannten Sternwarte stattfinden. Irgendwelche Unkosten erwachsen den Mitgliedern dadurch nicht. Anfragen sind an Herrn v. Stempell zu richten.

Im Auftrage des Vorstandes
(gez.) Dr. H. H. Kritzinger, Präsident.

Redaktionelles.

Infolge der weiteren Portoerhöhung bitten wir dringend, allen Einsendungen und Anfragen Rückporto beizufügen. Die Schriftleitung.

Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40461
Schriftleitung: Paul Hügeler Berlin SO 33, Schlesischestr. 21

Mondaufnahme zu photometrischen Zwecken mit extrafokalen Scheibchen des Polarsternes und Vergleichskeilen.

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger** herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

Juli 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.

Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Flut und Ebbe. Von Prof. E. Hoff, Altona. Mit 9 Abbild. S. 129. (Fortsetz.) — Der innere Aufbau der Sterne. Von Dr. Arnold Kohlschütter. S. 135. (Schluß.) — Über Meridiankreise. Von Prof. Dr. J. A. Repsold †. S. 138. — Beobachtungen von Jupiter und Venus. (Hierzu Tafel VII.) S. 141. — Julius Elster †. S. 143. — Zur Statistik der Sonnenflecken. S. 144. — Rundschau. S. 147. — Bücherschau. S. 148.

Flut und Ebbe.

Von Prof. **E. Hoff**, Altona. Mit 9 Abbildungen. (Fortsetzung)

II.

Um nunmehr den Grundgedanken einer, von der bisher üblichen Ansicht abweichenden Auffassung von der Kraft, welche die Tiden verursacht, in einfacher Weise erläutern zu können, setzen wir zum Zwecke einer ersten, leicht durchzuführenden Untersuchung voraus, daß die Ebene des Erdäquators mit der Ebene der Ekliptik zusammenfalle, und daß der Erdmittelpunkt um den Sonnenmittelpunkt, oder genauer um den Schwerpunkt des Systemes Sonne-Erde in einem Kreise, also mit konstanter Geschwindigkeit im Verlaufe eines Jahres sich bewege.

Es handelt sich zunächst darum, festzustellen, welche Kurve ein beliebiger Massenpunkt des Äquators zufolge der jährlichen Bewegung und der gleichzeitig stattfindenden Rotation der Erde beschreibt. Diese leicht herzuleitende Kurve ist in Abb. 6 dargestellt. S bezeichnet den Sonnenmittelpunkt, E den Erdmittelpunkt, und der Kreisbogen $B\,B_1$ den entsprechenden Teil der Bahn, die der Punkt E beschreibt. Die abzuleitende Kurve beginnt rechts in der Abbildung mit der Mitternachtsstellung des Äquatorpunktes p in der Lage bei 12^h. Der Erdmittelpunkt schreitet in dem Kreisbogen $B\,B_1$ mit gleichbleibender Geschwindigkeit von rechts nach links nach je zwei Stunden zu den Stellungen fort, die mit den unterstrichenen Zahlen 12^h, 14^h, 16^h usw. angegeben sind. Der Äquatorpunkt p rückt in den gleichen Intervallen zu den Stellungen 12^h, 14^h, 16^h usw. fort. Wie wohl ohne weiteres ersichtlich ist, beschreibt der Massenpunkt eine gestreckte Epizykloide, die in Wirklichkeit ganz flach, in der Abb. 6 in weit übertriebener Darstellung gezeichnet ist. Sollten die in der Natur gegebenen Maßverhältnisse in der Abbildung genau wiedergegeben werden, so müßte der Äquatorpunkt p in den extremsten Stellungen bei 0^h und 12^h von der Linie des Kreisbogens $B\,B_1$ nur um 0,006 *mm* entfernt eingezeichnet werden.

Es sollen nun die Geschwindigkeitsverhältnisse des Äquatorpunktes beim Durcheilen der verschiedenen Teile der Epizykloiden näher untersucht werden. Die Abb. 6 gibt sofort zu erkennen, daß die Geschwindigkeit des Punktes p beim Fortschreiten in seiner Kurve eine sehr stark wechselnde ist. In der Stellung bei 12^h fallen jährliche Bewegung und tägliche Rotationsbewegung der Erde in derselben Richtung zusammen, hier ist demnach die resultierende Geschwindigkeit gleich der Summe dieser beiden Bewegungen, und zugleich ein Maximum. Sie übertrifft nicht unbedeutend die Geschwindigkeit des Erdmittelpunktes. In den Stellungen bei 14^h und 16^h usw. nimmt die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes beim Fortschreiten in der Epizykloide allmählich ab, und in der Stellung bei 18^h hat der Äquatorpunkt nur noch die Geschwindigkeit des Erdmittelpunktes, dem er hier im Abstande eines Erdradius voraneilt. Von hier an nimmt die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes weiterhin ab bis zur Stellung bei 0^h. Hier haben jährliche Bewegung und Rotationsbewegung der Erde entgegengesetzte Richtungen, die resultierende Geschwindigkeit ist demnach gleich der Differenz der beiden Bewegungen und zugleich ein Minimum, sie ist erheblich geringer als die des Erdmittelpunktes. Von der Stellung in 0^h an beschleunigt sich allmählich die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes beim weiteren Fortschreiten in der Epizykloide. In der Stellung bei 6^h hat er die Geschwindigkeit des Erdmittelpunktes wieder erreicht, dem er hier im Abstande eines Erdradius nacheilt. Nun nimmt die Geschwindigkeit in den Stellungen bei 8^h und 10^h weiterhin zu, bis in der Stellung bei 12^h das Maximum wieder erreicht ist.

Um nun die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes allgemein durch eine Gleichung festzustellen, betrachten wir die Sachlage in Abb. 7. Befindet sich der Punkt z. B. in a oder a_1, so ist für diese Stellung L bezüglich L_1 der Stundenwinkel der Sonne. Bewegt sich nun der Punkt zufolge der Rotation in einer Sekunde von a nach b oder von a_1 nach b_1, so ist die Komponente $a\,c$ bezüglich $a_1 c_1$ die in der Richtung der jährlichen Bewegung des Erdmittelpunktes, also parallel der Verbindungslinie 6^h—18^h gezogen ist, zur Bestimmung der wechselnden Geschwindigkeit des Äquator-

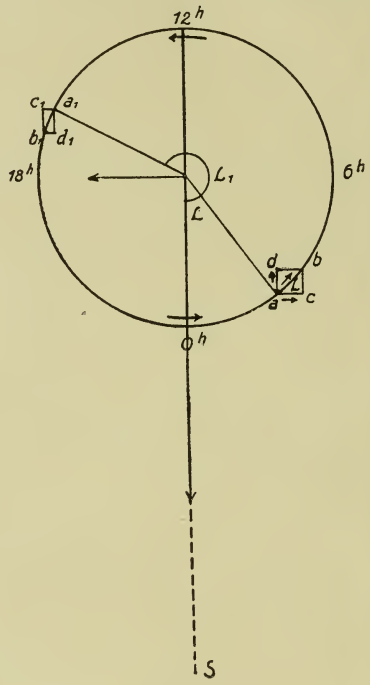


Abb. 7.

punktes für den fernerhin verfolgten Zweck die allein maßgebende Größe. Die Komponenten $a\,d$ und $a_1 d_1$ sind, wie weiterhin bewiesen wird, für unsere weiteren Untersuchungen ohne Bedeutung. Nun ist $a\,c = a\,b \cos L$ und $a_1 c_1 = a_1 b_1 \cos L_1$. Die gesuchte Geschwindigkeit beim Fortschreiten des Äquatorpunktes in der Epizykloide ist also in der Sekunde gleich der Geschwindigkeit des Erdmittelpunktes — $a\,b \cos L$ bezüglich — $a_1 b_1 \cos L_1$. Bezeichnet

nun A den Abstand des Erdmittelpunktes vom Sonnenmittelpunkte wie vorher, r den Erdradius gleich 6 377 377 m als Einheit gesetzt, so ist, wie vorher schon erwähnt, $A = 23\,439$ Erdradien. Bezeichnet ferner T die Dauer des siderischen Jahres in Sekunden gleich 31 558 151^s und t die Dauer des Sonnentages gleich 86 164^s,09, so ist die jeweilige Geschwindigkeit V des Äquatorpunktes in den verschiedenen Teilen der Epizykloide in Metern gegeben durch die Gleichung

$$V = \frac{2\pi A r}{T} - \frac{2\pi r}{t}\cos L$$
$$= 29761 - 465\cos L.$$

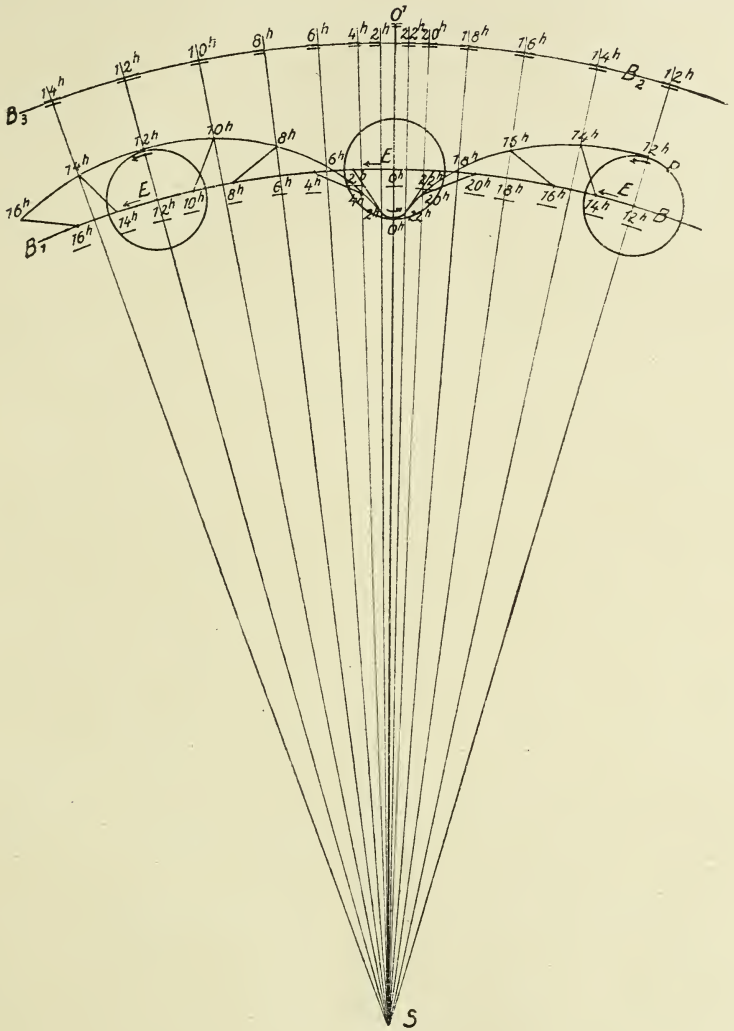


Abb. 6.

Wenn es sich fernerhin bei den zu berechnenden Gleichgewichtsstörungen und der jeweils wirksamen fluterzeugenden Kraft nicht um die größte Genauigkeit handelt, so kann man von der wech-

selnden Entfernung des Äquatorpunktes vom Sonnenmittelpunkte S, die zufolge der Rotation der Erde fortwährend sich ändert, ganz absehen. Die Größe dieser Entfernung E ist hinreichend genau bestimmt durch die Gleichung

$$E = A\,r - r\cos L.$$

Ob nämlich der betreffende Äquatorpunkt um 23 439, oder jeweils in den extremsten Stellungen bei 0^h und 12^h um $23\,439 \mp 1$ Erdradien von S entfernt ist, ist für die fernerhin auszuführenden Störungsberechnungen ziemlich gleichgültig. Stellt man die genaue Entfernung nach der Gleichung für E in Rechnung, so ist der Newtonsche Kraftfaktor in die ferneren Ausführungen eingeschlossen. Setzt man dagegen statt der wechselnden Größe von E die Zahl $A\,r$ für die Entfernung von S als Konstante ein, so ist das Newtonsche Flutprinzip bei den weiteren Berechnungen ganz ausgeschaltet. Aus der hier erörterten Auffassung von der Ursache der Tiden leiten wir fernerhin eine so große fluterzeugende Kraft ab, daß die nach Newton aus den ganz geringfügigen Entfernungsunterschieden der Massenpunkte des Erdkörpers vom Sonnenmittelpunkte hergeleitete minimale fluterzeugende Kraft ziemlich bedeutungslos erscheint. Wir können daher hier, ohne die Genauigkeit der weiteren Berechnungen merkbar zu beeinträchtigen, die Sachlage auch so auffassen, als ob der betreffende Äquatorpunkt in dem Kreisbogen $B_2\,B_3$ in Abb. 6 in unveränderter Entfernung von S die Stellungen der doppelt unterstrichenen Zahlen 12^h, 14^h, 16^h usw. nach je zwei Stunden durcheilte. Es ist dann vielleicht noch deutlicher ersichtlich, daß der betreffende Äquatorpunkt zu den verschiedenen Tageszeiten mit periodisch und beträchtlich wechselnden Geschwindigkeiten auf seiner jährlichen Bahn um die Sonne fortschreitet. In der Stellung bei 12^h ist die Geschwindigkeit $930\,m$ größer als in der Stellung bei 0^h.

Aus dieser zweifellos sicheren und unbestreitbaren Tatsache müssen wir nun die naheliegende und notwendige Folgerung ziehen, daß die aus der wechselnden Geschwindigkeit bei der zykloidischen Bewegung sich ergebende, auf den Äquatorpunkt einwirkende Zentrifugalkraft ebenfalls periodisch und beträchtlich sich ändern muß. Denn wenn ein in einer Kreislinie sich bewegender Körper in einer bestimmten Zeit eine bestimmte Strecke durcheilt, und darauf in der gleich langen Zeit mit verminderter Geschwindigkeit eine kleinere Strecke durchläuft, so kann unmöglich jemand bestreiten, daß die jeweils sich ergebende Zentrifugalkraft im ersten Falle größer ist, als im zweiten Falle.

Die Zentrifugalkraft C ist nach dem bekannten physikalischen Gesetze bestimmt durch die Gleichung:

$$C = \frac{V^2}{R}$$

wenn V die Geschwindigkeit und R den Abstand des bewegten Punktes vom Mittelpunkte des Kreises bezeichnet. Da R nach dem Vorhergehenden als konstant zu betrachten ist, so ist die Größe von C nur abhängig von V^2, und muß daher damit entsprechend sich ändern. Es sei hier dazu noch bemerkt, daß der Grund, wodurch die wechselnde Geschwindigkeit verursacht wird, für die in Rede stehende Schlußfolgerung nicht mehr in Betracht kommt; sobald die Tatsache der wechselnden Geschwindigkeit feststeht, ist die Schlußfolgerung ohne weiteres und unbedingt berechtigt.

Aus der festgestellten wechselnden Größe der Zentrifugalkraft und der entgegengesetzt wirkenden Anziehungskraft der Sonnenmasse müssen nun fortwährend veränderte Beziehungen sich ergeben, und diese werden das Verhalten des betreffenden Äquatorpunktes beeinflussen, welche anderen Kräfte und Einflüsse auch auf ihn einwirken mögen. Bei der konstanten Geschwindigkeit des Erdmittelpunktes auf der angenomme-

nen Kreisbahn ist die auf diese einwirkende Zentrifugalkraft genau gleich und entgegengesetzt der anziehenden Kraft der Sonne, beide heben sich gegenseitig auf, und der Erdmittelpunkt hat also keinerlei Veranlassung, der Sonne sich zu nähern oder von ihr zu entfernen. Ist nun die Bahngeschwindigkeit des in seiner Kurve fortschreitenden Äquatorpunktes größer als die des Erdmittelpunktes, so übertrifft die entsprechend gesteigerte Zentrifugalkraft die Anziehungskraft der Sonne, der Punkt hat also das Bestreben, von der Sonne sich zu entfernen. Ist dagegen die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes kleiner, als die des Erdmittelpunktes, so übertrifft die anziehende Kraft der Sonne die entsprechend verminderte Zentrifugalkraft, der Massenpunkt hat also das Bestreben, der Sonne sich zu nähern. Nun ist in den Stellungen von 6^h über 12^h nach 18^h, also während der Nacht, die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes größer, als die des Erdmittelpunktes, am meisten bei 12^h. Mithin überwiegt auf der der Sonne abgewandten Erdhälfte die Zentrifugalkraft, es werden daher die hier befindlichen Massenpunkte des festen Erdkörpers und mehr noch die leichter beweglichen Wassermassen des Meeres am stärksten in der Stellung bei 12^h von der Sonne, und daher der Sachlage nach auch vom Erdmittelpunkte hinweg gedrängt, es muß also bei 12^h Hochwasser eintreten. In den Stellungen von 18^h über 0^h bis 6^h, also während des Tages, ist die Geschwindigkeit des in seiner Kurve fortschreitenden Äquatorpunktes kleiner, als die des Erdmittelpunktes, die Anziehungskraft der Sonne ist demnach größer, als die erheblich verminderte Zentrifugalkraft, am meisten bei 0^h. Es werden also auf der der Sonne zugewandten Erdhälfte die Wassermassen des Meeres verstärkt von der Sonne angezogen, in der Stellung bei 0^h muß also ebenfalls Hochwasser eintreten. In den Stellungen bei 6^h und 18^h haben die betreffenden Äquatorpunkte dieselbe Geschwindigkeit, wie der Erdmittelpunkt, es werden also hier keine Gleichgewichtsstörungen hervorgerufen. Da von hier aus nach beiden Seiten die Wassermassen zur Bildung der Flutwellen und der

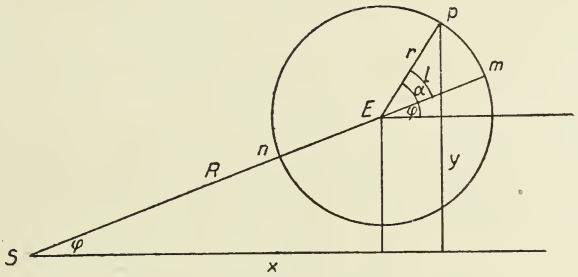


Abb. 8.

Hochwasserstände in Anspruch genommen werden, so muß in den beiden angegebenen Stundenwinkeln der Sonne Niedrigwasser eintreten.

Die vorher gegebene Herleitung der wechselnden Geschwindigkeit eines Massenpunktes des Erdäquators ist nicht ganz streng richtig. Bei der Bestimmung der Geschwindigkeit V sind noch die vorher schon erwähnten Komponenten $a\,d$ und $a_1\,d_1$ der Bewegung in Abb. 7 zu berücksichtigen, um die wirkliche Geschwindigkeit zu erhalten. Um jeden Zweifel auszuschließen, soll diese Frage hier genauer erörtert werden. Zu diesem Zwecke gehen wir von der Gleichung der gestreckten Epizykloide aus. Diese lautet nach Abb. 8[1])

[1]) In Abb. 8 muß es statt α ψ heißen.

wenn wie vorher S den Sonnenmittelpunkt und E den Erdmittelpunkt, R den Abstand derselben und r den Erdradius bezeichnet, und p ein Punkt der Epizykloide ist:

$$x = R\cos\varphi + r\cos\psi$$
$$y = R\sin\varphi + r\sin\psi$$

Das Bogenelement ds ist bestimmt durch

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

$$dx = -R\sin\varphi\, d\varphi - r\sin\psi\, d\psi$$
$$dy = \quad R\cos\varphi\, d\varphi + r\cos\psi\, d\psi$$

$$dx^2 = (R\sin\varphi\, d\varphi)^2 + (r\sin\psi\, d\psi)^2 + 2R\sin\varphi\, d\varphi \cdot r\sin\psi\, d\psi$$
$$dy^2 = (R\cos\varphi\, d\varphi)^2 + (r\cos\psi\, d\psi)^2 + 2R\cos\varphi\, d\varphi \cdot r\cos\psi\, d\psi$$
$$ds^2 = (R\,d\varphi)^2(\sin^2\varphi + \cos^2\varphi) + (r\,d\psi)^2(\sin^2\psi + \cos^2\psi) + 2R\,d\varphi \cdot r\,d\psi$$
$$(\sin\varphi\sin\psi + \cos\varphi\cos\psi).$$

Es ist aber

$$\sin\varphi\sin\psi + \cos\varphi\cos\psi = \cos(\psi - \varphi) = \cos l.$$
$$ds = \sqrt{(R\,d\varphi)^2 + (r\,d\psi)^2 + 2R\,d\varphi \cdot r\,d\psi\cos l.}$$

Dabei wird der Winkel l von der Mitternachtsstellung in m an gerechnet. Wird der Winkel in der gewohnten Art als Stundenwinkel der Sonne von der Mittagsstellung in n an gerechnet, so ist, wenn wie vorher L diesen Winkel bezeichnet, $\cos l = -\cos L$ zu setzen. Dann ist:

$$ds = \sqrt{(R\,d\varphi)^2 + (r\,d\psi)^2 - 2\cdot R\,d\varphi \cdot r\,d\psi\cos L.}$$

Um nun zu einer für die Störungsberechnungen hinreichend genauen und zugleich bequemen Formel zu gelangen, nehmen wir an, daß die geringen Veränderungen, welche die Winkel φ und ψ in einer Sekunde erfahren, als verschwindend geringe Größen zu betrachten seien. Diese Annahme schließt zugleich die zweite Annahme ein, daß die Geschwindigkeit des Äquatorpunktes in seiner zykloidischen Bahn während einer Sekunde konstant sei, was streng genommen auch nicht ganz richtig ist.

Die genauere Untersuchung dieser Frage ergibt das Resultat, daß selbst in den Stellungen bei 6^h und 18^h, in denen die Änderungen der jeweiligen Geschwindigkeiten am raschesten erfolgen, der Unterschied der Geschwindigke ten in zwei aufeinander folgenden Sekunden nur 34 *mm* beträgt. Das ist bei einer Geschwindigkeit von rund 30 *km* eine gänzlich belanglose Größe. Bei diesen Annahmen ist, da R gleich $A\cdot r$ zu setzen ist

$$R\,d\varphi = \frac{2\pi A r}{T} \text{ und } r\,d\psi = \frac{2\pi r}{t}$$

wenn wie vorher T die Dauer des siderischen Jahres, und t die Dauer des Sterntages in Sekunden bezeichnen. Es ist dann die Geschwindigkeit V des Äquatorpunktes in seiner Bahn allgemein bestimmt durch die Gleichung:

$$V = \sqrt{\left(\frac{2\pi A r}{T}\right)^2 + \left(\frac{2\pi r}{t}\right)^2 - 2\frac{2\pi A r}{T}\cdot\frac{2\pi r}{t}\cos L.} \quad \text{(Gleichung I)}$$

Vergleichen wir die nach dieser Formel berechneten Größen von V mit den aus der vorher aufgestellten Gleichung

$$V = \frac{2\pi A r}{T} - \frac{2\pi r}{t}\cos L$$

berechneten, so erhalten wir bei verschiedenen Größen des Stundenwinkels L die nachstehenden Resultate:

	V nach Gleich. I	V nach Gleich. II	Unterschied
$L = 0^h$	29 297,6 *m*	29 297,6 *m*	0,0 *m*
$L = 2^h$	29 360,6 *m*	29 359,7 *m*	0,9 *m*
$L = 4^h$	29 532,2 *m*	29 529,5 *m*	2,7 *m*
$L = 6^h$	29 765,0 *m*	29 761,4 *m*	3,6 *m*

	V nach Gleich. I	V nach Gleich II	Unterschied
$L = 8^h$	29 996,0 *m*	29 993,3 *m*	2,7 *m*
$L = 10^h$	30 163,9 *m*	30 163,0 *m*	0,9 *m*
$L = 12^h$	30 225,1 *m*	30 225,1 *m*	0,0 *m*

Die wirkliche Geschwindigkeit nach Gleichung I ist natürlich immer größer, als nach Gleichung II, der Unterschied ist allgemein gleich $3{,}6 \cdot \sin^2 L$. Derselbe ist demnach bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 30 *km* unwesentlich, und es wäre demnach ziemlich gleichgültig, welche von beiden Gleichungen wir anwenden. Zur Feststellung der jeweiligen Zentrifugalkraft ist aber nicht die wirkliche Geschwindigkeit nach Gleichung I die maßgebende, sondern die nach der einfacheren Gleichung II berechnete. Denn nur die in der Richtung der jährlichen Bewegung, also parallel zur Verbindungslinie 6^h—18^h in Abb. 7 gezogenen Komponenten der Rotationsbewegung $a\,c$ und $a_1 c_1$ gehen mit ihrem vollen Betrage in die Bahngeschwindigkeit des Äquatorpunktes ein, und bestimmen dadurch die Größe der Zentrifugalkraft. Die Komponenten $a\,d$ und $a_1\,d_1$ verändern in einer Sekunde nur in ganz geringem Maße den Abstand vom Sonnenmittelpunkte. Die genaue Berechnung ergibt, daß durchschnittlich diese Änderung der Entfernung den 455 millionten Teil dieses Abstandes des Punktes beträgt. Selbst wenn wir diesen äußerst geringen Bruchteil berücksichtigen wollten, so würde auch bei genauester Berechnung der Zentrifugalkraft die Größe derselben praktisch nicht verändert. Mithin ist die zweite Komponente $a\,d$, bezüglich $a_1\,d_1$ ohne Bedeutung.

(Schluß folgt.)

Der innere Aufbau der Sterne.

Bericht über die Arbeiten von A. S. Eddington betreffend das Strahlungsgleichgewicht.

Von Dr. **Arnold Kohlschütter**, Potsdam. (Schluß.)

Schwieriger und unsicherer ist die Bestimmung der mittleren Dichte. Durch statistische Untersuchungen ist gefunden worden, daß die späteren Sterne, d. h. die gelben und besonders die roten Sterne, sich offenbar in zwei deutlich unterscheidbare Gruppen nach ihrer absoluten Leuchtkraft trennen lassen, in die sog. „Riesensterne“ und die „Zwergsterne“. Die Oberflächenhelligkeiten sind für beide Gruppen gleich, und auch die durchschnittliche Masse ist für Riesen- und Zwergsterne dieselbe. Aber die Riesensterne haben eine außerordentlich geringe Dichte, daher große Oberfläche und große Leuchtkraft, die Zwergsterne dagegen sind dichte Sterne, haben geringe Oberfläche und geringe Leuchtkraft. Die Sonne gehört zu den letzteren. Für die Reihe der Riesensterne läßt sich nun durch verschiedene astronomische Erfahrungstatsachen die durchschnittliche Dichte in ihrer Abhängigkeit vom Spektraltyp angeben. So schätzt Russell durch eingehende Diskussion des vorliegenden Materials die durchschnittliche Dichte der Riesensterne vom Spektraltyp M auf $1/_{25\,000}$, für gelbe Riesensterne ist die Dichte größer und so weiter durch die Reihe der Spektralklassen kontinuierlich ansteigend bis zu den Sternen vom Spektraltyp A, die eine durchschnittliche Dichte von $1/_{10}$ haben. Von Typ M bis Typ A steigt also die Dichte auf das 2500 fache an. Nach der vorliegenden Theorie des Strahlungsgleichgewichtes soll die effektive Temperatur proportional der sechsten Wurzel aus der Dichte sein, die sechste Wurzel aus 2500 ist 3.7, also sollte die effektive Temperatur der A-Sterne 3.7 mal größer als die der

M-Sterne sein. Die Beobachtung liefert für die M-Sterne die effektive Temperatur 3000°, für die A-Sterne 11 000°, was mit der Theorie so gut übereinstimmt, als nur erwartet werden konnte. Auch die zwischenliegenden Spektraltypen ordnen sich mit guter Übereinstimmung ein.

Die gefundene Beziehung zwischen Masse, mittlerer Dichte und effektiver Temperatur liefert noch eine weitere interessante Tatsache. Die absolute Helligkeit eines Sternes, gemessen durch die ausgestrahlte Energie, ist proportional der vierten Potenz der effektiven Temperatur und proportional seiner Oberfläche, also proportional $r^2 \cdot T_1^4$. Drücken wir hierin den Radius r des Sternes durch seine Masse und mittlere Dichte aus, so ergibt sich: Die absolute Helligkeit eines Sternes ist proportional dem Ausdruck $M^{\frac{2}{3}} \overline{\varrho}^{-\frac{2}{3}} \cdot T_1^4$. Nach dem Strahlungsgleichgewicht ist nun gerade das Produkt $\overline{\varrho}^{-\frac{2}{3}} \cdot T_1^4$ nur abhängig von der Masse des Sternes, es folgt daher, daß die absolute Helligkeit eines Sternes nur von seiner Masse abhängt, von seiner Dichte und effektiven Temperatur aber unabhängig ist.

Dies Resultat können wir noch von einer anderen Seite betrachten. Alle Sterne, die am Himmel vorkommen, lassen sich in eine kontinuierliche Reihe nach wachsender Dichte einordnen. Zuerst kommen die Riesensterne vom Spektraltyp M, die die kleinste Dichte haben, dann die gelben Riesensterne mit etwas größerer Dichte und so weiter bis zu den weißen A- und B-Sternen. Schreiten wir weiter zu noch größeren Dichten fort, so kommen wir wieder zu gelben Sternen, aber jetzt nicht zu den Riesensternen, sondern zu den gelben Zwergsternen, und schließlich endet die Reihe bei den roten Zwergsternen vom Spektraltyp M, welche die größten Dichten haben. Die allgemeine Ansicht der Astronomen geht nun dahin, daß wir in dieser Reihe aufeinanderfolgender verschiedener Sterntypen ein getreues Bild vor uns haben für die Zustände, die jeder einzelne Stern im Laufe seines langsamen Entwicklungsganges durchläuft. Als ausgedehnter Gasball geringer Dichte in Form eines roten Riesensternes vom Spektraltyp M beginnend, wird ein Stern durch Kontraktion seine Dichte vergrößern, dabei als Riesenstern alle Spektraltypen bis zu den weißen Sternen vom Typ A oder B durchlaufen, wobei seine effektive Temperatur von 3000° bis auf 11 000° oder 15 000° steigt, dann aber wird er, durch weitere Kontraktion seine Dichte noch mehr steigernd, dieselbe Reihe der Spektraltypen rückwärts durchlaufen, nun jedoch nicht als Riesenstern, sondern als Zwergstern, d. h. als Stern von großer Dichte.

Das Strahlungsgleichgewicht sagt aus, daß die absolute Helligkeit eines Sternes unabhängig von seiner Dichte ist, daß also die absolute Helligkeit während seines Entwicklungsganges konstant bleibt. Durch die Kontraktion verringert sich die Oberfläche des Sternes, anderseits erhöht sich gleichzeitig seine Oberflächentemperatur und damit seine Oberflächenhelligkeit. Beide Prozesse wirken auf die Gesamthelligkeit des Sternes, jedoch in entgegengesetzter Richtung. Nach dem Strahlungsgleichgewicht heben beide Wirkungen sich gegenseitig gerade auf. Dies gilt jedoch nur für den aufsteigenden Ast im Entwicklungsgang eines Sternes, nicht auch für den absteigenden Ast, weil dann die Dichte zu groß wird, als daß die bisher beibehaltene Voraussetzung, die Gleichung der idealen Gase als Zustandsgleichung wählen zu dürfen, noch zulässig wäre. Im absteigenden Ast sinkt die absolute Helligkeit der Sterne sehr schnell, weil die Verkleinerung der Oberfläche und die Verringerung der Oberflächentemperatur nun im gleichen Sinne wirken.

8. Erweiterung der Theorie auf dichte Sterne.

Wir betreten einen zurzeit noch etwas unsicheren Boden, wenn wir die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes auch auf dichte Sterne auszudehnen versuchen, und die folgenden Resultate sind nicht mehr so zuverlässig und vertrauenswürdig wie die bisherigen. Für größere Dichten gilt nicht mehr die bisher benutzte Gasgleichung der idealen Gase, sondern es muß an ihre Stelle die van der Waalssche Zustandsgleichung eingesetzt werden, welche zwei neue Konstanten enthält. Die erste dieser Konstanten, welche die zwischen den einzelnen Molekülen wirkende Anziehungskraft berücksichtigt, kann bei den im Sterninnern herrschenden großen Drucken und Temperaturen in erster Näherung vernachlässigt werden. Die zweite der Konstanten berücksichtigt das Volumen der einzelnen Moleküle, sie stellt eine maximale Dichte dar, über welche hinaus sich das Gas selbst mit größten Drucken nicht komprimieren läßt. Diese Konstante spielt bei größeren Dichten naturgemäß eine entscheidende Rolle, und wir können sie nicht mehr vernachlässigen. Nun ist zwar im Laboratorium für die erreichbaren Drucke und Temperaturen diese Konstante gemessen, doch sowohl Theorie wie Erfahrung lehren, daß die irdisch gemessenen Werte nicht auf die im Sterninnern herrschenden hohen Drucke und Temperaturen übertragen werden dürfen. Es bleibt also nichts anderes übrig, als diese Konstante als neue Unbekannte in die Theorie einzuführen und sie auf diese Weise astronomisch zu bestimmen.

Die strenge Lösung der Differentialgleichungen, die bei Benutzung der Zustandsgleichung der idealen Gase möglich war, ist jetzt nicht mehr möglich, und man muß Zuflucht zur numerischen Auswertung durch mechanische Quadratur nehmen. Die in der van der Waalsschen Zustandsgleichung neu hinzutretende Konstante bestimmt Eddington dadurch, daß er neben dem früher schon benutzten typischen Stern geringer Dichte jetzt noch die Sonne zu Hilfe nimmt. Er findet so, daß, damit für die Masse und mittlere Dichte der Sonne auch deren effektive Temperatur richtig herauskomme, die Konstante, d. h. die maximale Dichte, gleich 3.9 gesetzt werden muß.

Die auf diese Weise durch numerische Auswertung für dichte Sterne erhaltenen Resultate schließen sich organisch an die früheren für Sterne geringer Dichte gefundenen Resultate an. Die Vereinigung beider gibt uns ein für sämtliche Sterne gültiges Bild, wie die effektive Temperatur sich mit der mittleren Dichte und der Masse ändert. Um die zahlenmäßigen Grundlagen zu wiederholen, die benutzt werden mußten, um dieses Bild aus der Theroie des Strahlungsgewichtes abzuleiten: Außer physikalisch bekannten Konstanten gab es zunächst drei, die sich irdisch nicht messen lassen oder deren irdisch gemessene Werte sich nicht auf die Verhältnisse der Sterne übertragen lassen. Es waren dies: Das zu wählende Molekulargewicht, der durchschnittliche Massenabsorptionskoeffizient und die „maximale Dichte" in der van der Waalsschen Zustandsgleichung. Die Werte, die für das Molekulargewicht in Frage kommen, ließen sich durch Betrachtungen über den molekularen Aufbau der Materie in enge Grenzen einschließen. Die beiden anderen Konstanten, der Massenabsorptionskoeffizient und die „maximale Dichte", wurden astronomisch bestimmt erstens mit Hilfe eines typischen Sternes geringer Dichte und zweitens mit Hilfe unserer Sonne.

Die Resultate der numerischen Rechnungen für dichte Sterne entsprechen unseren Erwartungen. Die effektive Temperatur steigt mit wachsender Dichte nicht unbegrenzt, sondern nur bis zu einem Maximalwert, der bei einer Dichte

von 0.1 bis 0.5, bezogen auf Wasser, erreicht wird. Dieser Maximalwert der effektiven Temperatur, den ein Stern erreichen kann, hängt von der Masse ab. Sterne kleiner Masse erreichen nur eine geringe Temperatur. Um 3000° zu erreichen, muß ein Stern eine Masse mindestens gleich $^1/_7$ der Sonnenmasse haben. Für die Sonne, deren effektive Temperatur jetzt 6000° beträgt, ist der früher einmal erreichte Maximalwert 9000°. Damit ein Stern 15 000° erreichen kann, muß seine Masse mindestens viermal so groß als die Sonnenmasse sein. Bei größeren Dichten, also nach Überschreiten des Maximalwertes, fällt die effektive Temperatur schnell und steil ab.

Die gefundene Abhängigkeit der effektiven Temperatur von der Masse und der mittleren Dichte entspricht den Anschauungen, die auf Grund astronomischer Erfahrungstatsachen schon früher allgemein anerkannt waren. Durch die Theorie des Strahlungsgleichgewichtes ist es jetzt gelungen, eine theoretische Begründung zu finden und eine feste Grundlage zu schaffen.

Man könnte die Beziehung zwischen Masse, mittlerer Dichte und effektiver Temperatur am einfachsten dadurch zahlenmäßig näher prüfen, daß man die Sterne zum Vergleich heranzieht, für welche alle drei Größen astronomisch gemessen oder berechnet werden können. Leider ist die Zahl dieser Sterne sehr gering, zurzeit hat man nur etwa zwölf. Denn wohl läßt sich die effektive Temperatur der Sterne leicht messen, und auch für die mittlere Dichte haben wir genügend Anhaltspunkte, aber die Masse kennen wir exakt und ohne weitere Hypothesen nur von Doppelsternen, deren Bahnen sich berechnen lassen und deren Parallaxen außerdem bekannt sind. Diese wenigen Sterne jedoch ordnen sich zahlenmäßig gut in die von der Theorie des Strahlungsgleichgewichtes geforderte Beziehung zwischen Masse, mittlerer Dichte und effektiver Temperatur ein.

Über Meridiankreise.

Von Prof. Dr. **J. A. Repsold** †.

Vortrag, gehalten in der Mathematischen Gesellschaft zu Hamburg 30. Mai 1908.

Wenn ich es übernommen habe, Ihnen heute einiges über Meridiankreise zu sagen, so handelt es sich dabei nicht um mathematische, ideelle Kreise, sondern um sehr materielle Gebilde von Fernrohr, Rädern, Mikroskopen u. a., denen die Astronomen diesen technischen Ausdruck beigelegt haben.

Der Zweck des Meridiankreises ist ein zweifacher: man bestimmt mit seiner Hilfe 1. die Höhe eines durch die Meridianebene gehenden Gestirnes und damit, bei bekannter Polhöhe, die Deklination (δ) und 2. den genauen Zeitpunkt dieses Durchganges und damit die gerade Aufsteigung (α) des Gestirns. — δ und α sind aber die grundlegenden Koordinaten für astronomische Ortsbestimmung.

Die scheinbar sehr einfachen Aufgaben, diese beiden Koordinaten zu bestimmen, müssen gleichzeitig gelöst werden. Darin liegt wohl teilweise der Grund, daß der Meridiankreis ein verhältnismäßig modernes Instrument ist, etwa 200 Jahre alt.

Werfen wir einen Blick weiter zurück, so hat man Höhenmessungen im Meridian schon vor ca. 2000 Jahren, vielleicht wesentlich früher, angestellt. Ptolomäus benutzt dazu nicht einen ganzen Kreis, sondern einen Quadranten, den er auf die senkrechte Wand eines Holz- oder Steinpfeilers zeichnete.

Um für diese Wandfläche die Richtung des Meridians zu finden, verfuhr er folgendermaßen: Er ebnete das Erdreich so, daß darauf gegossenes Wasser gleichmäßig nach allen Seiten verlief. In diese wagerechte Ebene steckte er senkrecht einen Stab, beschrieb um ihn einen Kreis und wartete ab, daß das Schattenende des Stabes (gnomon) den Kreis zweimal schnitt. Er bezeichnete die Schnittpunkte, nahm die Mitte zwischen ihnen und zog von dieser zum Stab eine gerade Linie. Damit hatte er die Meridianrichtung und konnte seine Pfeiler danach einrichten. Den Quadranten zeichnete Ptolemäus so, daß der eine Endschenkel nach dem Lot senkrecht, der andere zum nivellierten Erdreich parallel, also wagerecht, stand und teilte den Bogen dazwischen in Grade und Unterabteilungen. Im Mittelpunkt des Bogens aber befestigte er einen normal zur Wand stehenden Stift, dessen Schatten also über die Wand fiel. Um ihn deutlicher auf die Teilung beziehen zu können, hielt Ptolemäus rechtwinklig gegen dieselbe eine kleine Platte, die den Schatten auffing. Dieser Apparat konnte nur für schattenwerfende Gestirne dienen und wurde wohl besonders zur Beobachtung der Solstitien (Sonnenwendepunkte) benutzt, bei denen es auf eine genauere Zeitbestimmung als nach Tagen kaum ankam. Auf Zeitmessungen war man noch nicht eingerichtet; es gab freilich Sonnenuhren, auch Wasseruhren, aber sie hätten für so rasch vorübergehende Phänomene, wie der Durchgang eines äquatornahen Sternes, wohl nicht genügt. Man maß aber auch damals und lange noch in dem Koordinatensystem der Ekliptik, indem man das eine Gestirn auf das andere bezog, nicht nach α und δ, wie jetzt. Den ersten Versuch, den Zeitunterschied zweier Gestirne zu messen, oder wohl überhaupt nach Zeit, scheint Bernhard Walther in Nürnberg, ein Schüler und Freund Regiomontans, unternommen zu haben. Er benutzte dazu 1484 eine Gewichtsuhr; denn es wird berichtet, daß er sie durch Anhängen des Gewichts erst bei Eintritt des ersten Sterns in die Visierebene in Gang setzte und dann die vorübergehenden Zähne eines Rades, deren Zeitwert bekannt war, bis zum Eintritt des zweiten zählte. Gleichzeitige Höhen- und Durchgangsbeobachtungen im Meridian hat zuerst der Landgraf Wilhelm von Hessen um 1560 gemacht. Er benutzt dazu seinen Azimutalquadranten von $r = 0.40\ m$, der noch jetzt im Zwahrener Torturm zu Cassel sich befindet. Der Quadrant wurde bisher als Azimutalquadrant von Tycho Brahe bezeichnet; aber es sind dafür bisher keine Beweise gebracht, und es ist vielmehr sehr wahrscheinlich geworden, daß der Landgraf selbst das Instrument schon vor Tycho hat bauen lassen. Die Azimutalbewegung und Ablesung war für eigentliche Meridianbeobachtungen nicht nötig, aber sie erleichterte wohl den Übergang zu solchen. Denn sie gestattete, die Durchgangszeiten vor und nach dem Meridiandurchgang in gleichen, am horizontalen Kreise eingestellten Abständen zu beobachten und daraus das Mittel zu nehmen; man gewann so auch Zeit für die Höheneinstellung. Wahrscheinlich hat Wilhelm von Hessen aber auch richtige Meridiandurchgangsbeobachtungen gemacht; denn er sagt, er habe gewisse Sterne „nicht allein per distantiam inter se et altitudinem meridianam lassen observieren, sondern durch unser Minuten- und Sekundenührlein ihr tempus oder Culmination in Meridiano.“ Diese kleine Uhr wird Nürnberger Arbeit gewesen sein, die damals in hoher Blüte stand. Es wurden dort bald nach 1500 schon „Sackuhren“ und sogar in Knöpfen zu tragende Uhren angefertigt. Wilhelm von Hessen sagt, daß seine Uhr „oftmals a meridie in meri-

diem nicht 1 Min. verirret" sei. Das mag jetzt sehr arg erscheinen, aber es zeigt doch, daß diese kleinen Uhren durch einen ganzen Tag gingen; sie müssen also ein ganz brauchbares Echappement gehabt haben. Die Spirale scheint eine Schweinsborste gewesen zu sein.

Gegen Ende des 16. Jahrhunderts folgt dann Tycho Brahe mit Meridianbeobachtungen, und zwar an einem feststehenden, einem Mauerquadranten von $r = 2\,m$, der mit Hilfe von Transversalen auf 10″ abzulesen gewesen sein soll. Mit seinen Uhren hatte er aber viel Not. Die Nürnberger Uhren scheint er nicht gekannt, oder nicht genügend beachtet zu haben; er baute sich große Gewichtuhren, sagt aber selbst, daß er mehrere haben müßte, weil sie nicht zuverlässig waren. Er ging auch auf Wasseruhren zurück und versuchte es auch mit Quecksilberuhren, aber wohl mit wenig Erfolg. Denn die in Aussicht gestellten näheren Nachrichten blieben aus, während er sonst sehr ausführlich berichtet.

Die beiden in die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts fallenden wichtigen Erfindungen, die der Pendeluhr und des Fernrohrs, mußten natürlich auch den Meridianbeobachtungen zugute kommen. In bezug auf die Uhren war man im wesentlichen geborgen; in betreff der Art, die Fernrohre einzuführen, zeigten sich aber zwei verschiedene Richtungen, die sich lange den Rang streitig machten. Picard und andere hatten ihre Quadranten mit Fernrohren versehen, indem sie diese um einen kurzen Mittelzapfen drehen und an der Peripherie gleiten ließen, eine Einrichtung, die bei der mangelhaften Bearbeitung und Steifigkeit der Quadrantengerippe nicht die Sicherheit der Führung geben konnte, wie sie für Durchgangsbeobachtungen erforderlich war. Man hat sich aber bemüht, sie mehr und mehr zu verbessern, und stellenweise bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts beibehalten. Ein großer Übelstand blieb immer, daß ein Quadrant nur 90° übersehen kann; man mußte ihn deshalb umhängen oder zwei Quadranten nebeneinander benutzen.

Einen besseren Weg aber wählte Römer, indem er das Fernrohr mit dem Quadranten durch eine horizontale Achse verband und diese zwischen zwei Pfeilern einlagerte; so entstand seine Machina domestica 1689. Er erreichte so eine zweifellos sichere Drehung und möglichste Freiheit von Spannungen. Der Quadrant war freilich auf 75° reduziert, hätte aber auch größer gemacht werden können. Die Ablesung geschah an einem Mikroskop, das 11 Fäden zeigte. Die Endfäden waren mit einem der 10 Intervalle der Teilung in Übereinstimmung gebracht, so daß daran einzelne Minuten abzulesen waren und Zehntel zu schätzen. Verniers und Transversalen liebte Römer nicht. Für Beleuchtung des Feldes war durch eine am Fernrohr befestigte Lampe gesorgt. Im übrigen war das Instrument ein erster Versuch und der Örtlichkeit angepaßt; daher die für ihre Länge zu schwache Achse, deren Biegung durch ein Gegengewicht aufgehoben werden mußte, und die einseitige Lage des Fernrohres. Ein weiterer Fortschritt war aber in Römers 1704 entstandener Rota meridiana gegeben. Römer hatte erkannt, daß Bogenteilungen besser und sicherer durch den ganzen Kreisumfang ausgeführt werden können als auf einer beschränkten Strecke; er führte deshalb einen vollen Teilkreis statt des 75°-Sektors ein; die Ablesung geschieht durch zwei am Pfeiler befestigte Mikroskope mit je 11 Fäden wie bei der Machina domestica. Die Achse ist aber ein widerstandsfähiger symmetrischer Hohlkörper, an dem der Kreis und mit ihm das Fernrohr zweckmäßig gehalten wird, so daß eine Biegungsaufhebung nicht erforderlich ist. Die Teilung führte Römer selbst

aus. Dies Instrument ist das Vorbild unsrer jetzigen Meridiankreise geworden. Bemerkenswert ist auch das neben der Rota meridiana im ersten Vertikal aufgestellte Durchgangsinstrument wegen seines völlig symmetrischen Baues, den Römer auch sonst bei seinen Instrumenten bevorzugt und bei der Rota vermutlich nur vernachlässigt hat, weil er sonst Schwierigkeiten mit der Ablesung befürchtete. In diesem kleineren Instrumente (Instrumentum aequinoctiorum) haben wir das vollkommene Beispiel eines Durchgangsinstrumentes, wie solche noch jetzt benutzt werden, d. h. eines Meridianinstrumentes für Durchgangsbeobachtungen ohne Höhenmessung. Und in dieser Form allein fand Römer zunächst einige Nachfolge, wenngleich nur langsam; aber um 1770 waren die Durchgangsinstrumente ziemlich allgemein in Aufnahme gekommen. Man hatte ihren Vorzug für die Durchgangsbeobachtungen erkannt, behielt aber daneben für Höhenmessungen die altgewohnten Quadranten bei. — Es wurden nun allmählich an den Durchgangsinstrumenten einige Verbesserungen eingeführt: Römers Instrument hatte konische Zapfen in vollen Lagern; man führte zylindrische Zapfen und offene Lager ein, weil man damit den Vorteil gewann, durch Umlegung in den Lagern den Kollimationsfehler (den Überschuß des Winkels zwischen der Mittellinie der Achse und der optischen Achse über 90°) zu berichtigen, und Ramsden durchbohrte die Zapfen der Länge nach, um Licht zur Feldbeleuchtung in die Achse zu bringen, das Fernrohr also von der Lampe zu befreien; auch Vorrichtungen zum Nivellieren der Achse kamen hinzu.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts (ca. 100 Jahre nach der Rota meridiana) entstanden dann wieder Meridiankreise, ziemlich gleichzeitig in Deutschland und England: 1803 der Repsoldsche in Hamburg, später für die Göttinger Sternwarte erworben, 1806 der Troughtonsche, von Groombridge benutzte und 1814 der erste Reichenbachsche für Neapel. Inwiefern sie von Römers Rota oder etwa gegenseitig beeinflußt worden sind, ist nicht festzustellen; sie zeigen aber gemeinsam das Streben nach möglichster Symmetrie. Im übrigen sind sie sehr verschieden. (Schluß folgt.)

Beobachtungen von Jupiter und Venus.

Hierzu Tafel VII.

Aus München wird uns geschrieben: Die Witterung war namentlich in der zweiten Hälfte des Februar und in den ersten Tagen dieses Monats hier in München, und wahrscheinlich auch in ganz Mitteleuropa, für astronomische Beobachtungen eine ungemein günstige. Vielfach war bei den Jupiterbeobachtungen nicht die leiseste Wallung am Planetenrande wahrnehmbar.

Die beiliegende Zeichnung (Tafel VII), die ich aus einer größeren Serie meiner diesjährigen Jupiterzeichnungen ausgewählt habe, bietet nicht wegen ihres Detailreichtums, als vielmehr deshalb besonderes Interesse, als der auf ihr im südlichen Äquatorialstreifen unmittelbar östlich vom Zentralmeridian in $\lambda = 270°$ (System II) dargestellte Fleck eine Neubildung ist, die am 3. und 8. Februar dieses Jahres, woselbst ich diesen Teil der Jupiteroberfläche ebenfalls beobachtete und zeichnete, noch nicht vorhanden war.

Am 3. Februar war für $7^h\ 45^m$ M.E.Z. $\lambda = 259{,}9°$ (System II) und am 8. Februar für $7^h\ 35^m$ M. E. Z. $\lambda = 285{,}9°$ (System II), gegenüber $\lambda = 264{,}1°$ in

der beigegebenen Zeichnung. Am 1.März woselbst ich um $6^h 40^m$ Jupiter ebenfalls beobachtete und zeichnete, war der Fleck bereits vorhanden, wenngleich noch nicht so auffallend. Da er aber damals schon ziemlich in der Nähe des westlichen Planetenrandes stand, so war er durch die Randverkürzung ziemlich gedrückt. Damals war $\lambda = 321{,}4°$ (System II).

Über die Beobachtung selbst wäre folgendes in Kürze zu erwähnen:

3. März 1920. Abends um $6^h 40^m$ am 5-Zöller-Jupiter eingestellt und bis etwa $7^h 25^m$ aufmerksam betrachtet. Die 180 f. V. gab die besten Bilder; gegen 7^h wurde auf kurze Zeit 240 fache angewendet. Der große, längliche, dunkle Fleck im nördlichen Äquatorealstreifen auf der östlichen Planetenhälfte war etwa 30° gegen den Breitenkreis geneigt und östlich anschließend folgte eine Einschnürung dieses Streifens. Dem erwähnten Fleck voran ging ein bedeutend kleinerer und nicht so dunkler. Das auffälligste Objekt der ganzen Planetenscheibe war ein großer elliptischer Fleck im südlichen Äquatorealstreifen, der $6^h 50^m$ M. E. Z. den Zentralmeridian passierte. Seine Abmessungen betragen 3,6″ und 1,9″, d. i. 11 500 *km* in Ost-West und 6100 *km* in Nord-Süd oder 55 Mill. *qkm*. Somit ist sein Flächeninhalt $= \frac{1}{9}$ der Erdoberfläche. Dieser Fleck hat sich in der verhältnismäßig kurzen Zeit von 3 Wochen neugebildet. Ja es ist sogar sehr wahrscheinlich, daß die Zeit, welche er zu seiner Entstehung gebraucht hat, eine noch bedeutend geringere ist. Auch am 19. und 24. Februar beobachtete und zeichnete ich — beidesmal bei vorzüglichen Luftverhältnissen — Jupiter, jedoch war der Teil der Oberfläche mit dem Fleck nicht sichtbar. Am 19. Februar war für $6^h 40^m$ M. E. Z. $\lambda = 106{,}8°$ und am 24. Februar für $6^h 45^m$ M. E. Z. $\lambda = 141{,}5$. Der über dem Fleck, in einem flachen, nach Norden offenen Bogen herumlaufende Streifen zeigte sich auch schon am 3. Februar und 8. Februar, sowie am 1. März. Der östliche, absteigende Ast war heute sehr blaß und schmal und ziemlich schwierig zu erkennen. Der runde, dunkle Fleck in der Nähe des östlichen Planetenrandes ist der Schatten von Mond II, der um $6^h 37^m$ M. E. Z. eingetreten war und anfangs noch dunkelgrau erschien. Ab 7^h war er dann ein tiefschwarzes Scheibchen.

Die große Ruhe der Luft war namentlich an den Jupitermonden erkenntlich, indem der auf der nachfolgenden Seite stehende Mond I und vor allem der westlich vom Planeten stehende Mond III (als der größte von allen) sich als scharfe, kleine, kreisrunde Scheibchen zeigten. Mond IV, der ebenfalls links von Jupiter stand, war weitaus der kleinste und ein Scheibchen trat hier nicht hervor. Die beste Einstellung für das Planetendetail wurde erzielt durch vorherige Fokussierung der Monde. —

Die Leipziger Sternwarte stellt uns folgende Beobachtungen der Venus zur Verfügung, die ein jüngerer Schüler dort mit Genehmigung von Geheimrat Bruns angestellt hatte. (Flecke auf Venus sind übrigens ein sehr schwieriges Objekt).

Meine vorjährigen Venusbeobachtungen erstrecken sich vom 2. März bis 2. Juli. Als Instrument diente meist ein 3-Zöller, dessen gutes Objektiv Doppelsterne bis 2″ trennt und der für Leipziger Luftverhältnisse die besten Leistungen erzielt. Der tiefe Stand der Venus über der inneren Stadt machte die Beobachtung sehr schwierig, ich habe daher zweifelhafte Beobachtungen mit einem Fragezeichen versehen.

5. April 6^h sah ich an der Lichtgrenze einen feinen dunklen Schleier, in dem ich am 9. 7^h bei ruhiger Luft mit Sicherheit einen Fleck erkenne, der in der

Mitte eine hellere Einschnürung zeigt. Er ist besonders dunkel im Westen, eine Fortsetzung bis zur Lichtgrenze ist nicht sicher zu erkennen. Am 17. 8^h: bei unruhiger Luft ist in der Scheibenmitte an der Lichtgrenze eine dritte dunkle Stelle sichtbar, auch scheint sich das Ganze etwas weiter nach Westen zu erstrecken. Ebenso am 18. bis 20. April 6^h: Bei sehr unruhiger Luft erscheint das Südhorn abgestumpft, außerdem sah ich eine starke Ausbiegung (?). Der nordwestliche Fleck erscheint besonders dunkel. Interessant ist das Verschwinden der Venus hinter leichten Wolken. Die Scheibe verkleinert sich sehr schnell und zuletzt leuchtet fast nur noch der westliche Scheibenrand. Am 21. 6^h: bei ruhiger Luft die am 20. erwähnte Ausbiegung am südlichen Horn wieder gesehen. 3. Mai: Form des Fleckes wie früher. 8. Mai: Fleck sehr deutlich, nimmt die Mitte der Scheibe bis zur Lichtgrenze ein, während die Pole freibleiben. Der Fleck selbst ist verschieden dunkel und zerrissen. Am 9. bei guter Luft mit 5 Zoll (Vergr. 90 ×) den Fleck gut gesehen, jedoch nicht so verzweigt wie 3. Mai (?). Das gleiche Aussehen zeigt der Fleck 14. Mai. Am 21. scheint der Fleck im Süden streifich zu werden. 23. Mai: Am südlichen Horn zieht sich ein dunkler Streifen bis fast zum westlichen Rand, der eine Polkappe freiläßt, die ich früher nicht bemerkt habe. (Andeutungen einer solchen zeigen sich jedoch auf einer Zeichnung vom 8. Mai.) Der Fleck ist gegen die ersten Beobachtungen sicher nach Westen gerückt. 15. Juni 9^h war der Fleck gut zu sehen. (Alle Zeitangaben in M. E. Z.)

1181] Heinz Loßnitzer.

Julius Elster †.

Ein in der Wissenschaft einziger Freundschafts- und Arbeitsbund ist nicht mehr. Die wohlbekannte Einheit Elster und Geitel ist zerrissen durch den Tod Julius Elsters. Er starb am 8. April 1920 nach kurzer Krankheit mitten im regsten Schaffen in Bad Harzburg, wohin er sich zu einem kurzen Erholungsaufenthalt begeben hatte. Mit ihm hat uns ein Forscher und ein Mensch verlassen, den jedes Volk mit Stolz zu seinen Söhnen rechnen würde.

Der Schwerpunkt der Forschertätigkeit Elsters und Geitels liegt auf rein physikalischem und geophysikalischem Felde. Bahnbrechend vor allem wirkten ihre Forschungen auf dem Gebiete der Luftelektrizität, dem sie von Anfang an eine besondere Neigung entgegenbrachten. Es sei in diesem Zusammenhange erinnert an ihre Entdeckung der Ionenleitung der Atmosphäre und der allgemeinen Radioaktivität der Luft und des Erdbodens, als deren Ursache sie die Allgegenwart des Radiums und des Thoriums nachwiesen. Diese Entdeckungen haben das Verständnis der allgemeinen atmosphärischen elektrischen Erscheinungen außerordentlich gefördert. Von nicht minderer Bedeutung sind die Untersuchungen der beiden Forscher über die Niederschlagselektrizität (Wolkenelektrizität, Gewitter). Den Astronomen am bekanntesten sind wohl ihre berühmten lichtelektrischen Forschungen geworden, deren praktisches Ergebnis, die lichtelektrische Photometrie, für die Astronomie ein noch unabsehbares Neuland geschaffen hat.

Elsters und Geitels wissenschaftliche Leistungen ringen uns um so größere Achtung ab, als sie in den Mußestunden ihrer amtlichen Tätigkeit am Herzoglichen Gymnasium zu Wolfenbüttel und mit den notwendiger-

weise beschränkten Mitteln ihres Privatlaboratoriums vollbracht wurden.

Allen Verehrern des edlen Forscherpaares wird der Wunsch aus dem Herzen gesprochen sein, daß uns der Überlebende noch lange in ungebrochener Kraft und Schaffensfreudigkeit erhalten bleiben möge. [1203] G.

Zur Statistik der Sonnenflecken.

Dem eigentlichen Bericht über die Sonnentätigkeit im 1. Vierteljahr 1920 möchte ich folgende Bemerkungen vorausschicken:

Wie in den Heften 9/10 des vorigen Jahrgangs (Seite 201) als Plan angekündigt, wurden die von 17 Mitarbeitern unserer Sonnengruppe angestellten 1662 statistischen Beobachtungen aus dem Jahre 1919 Anfang Januar der Sternwarte in Zürich zur Verwertung für die dort geführte Hauptstatistik übergeben. Da jeder Beitrag immer willkommen ist, wurden die Beobachtungsreihen in Zürich dankbarst entgegengenommen. Sie werden s. Zt. vollständig in den „Astronomischen Mitteilungen" der Sternwarte unter der Literatur veröffentlicht werden. Herr Professor W o l f e r unterzog die Beobachtungen bereits einer überschläglichen Prüfung und beurteilte sie unter lobender Anerkennung der Bemühungen als in der Mehrzahl für seine Zwecke durchaus brauchbar. Er knüpft an sein Urteil einige Bemerkungen, welche sich auf Wünsche für Vervollkommnung in der Beobachtungsweise beziehen, um der Mühe des betreffenden Beobachters auch den verdienten Erfolg zu sichern. Obwohl den einzelnen Mitarbeitern unserer Gruppe bereits von mir mitgeteilt, dürften diese Bemerkungen vielleicht auch ein allgemeines Interesse besitzen, so daß ich sie an dieser Stelle bekanntgeben möchte.

Es darf immer wieder hervorgehoben werden, daß die Abzählung der Sonnenfleckgruppen und der Einzelflecke durch u n m i t t e l b a r e Okularbeobachtung größere Vorteile besitzt, als wenn sie im Projektionsbilde erfolgt, und daß ein Wechsel im Beobachter, Instrument und in der ein für allemal gewählten Vergrößerung stets eine unerwünschte Ungleichartigkeit in den Zählungen hervorrufen muß. Sodann möge der Beobachter bezüglich einer ganz genauen Feststellung der Gruppen- und Fleckenzahl nicht allzu ängstlich sein. Man darf bei der Mitnahme der kleinsten Flecke und Poren nicht zu weit gehen, eine Einschränkung auf das, was man o h n e Mühe bei mittlerem Luftzustande erkennen kann, würde entschieden von Vorteil sein. Die kleinsten Poren, die nur bei ganz scharfem Sonnenbilde erkennbar sind, entziehen sich sonst doch der Beobachtung! Man darf sich nicht verleiten lassen, in solchen Fällen das Äußerste, überhaupt noch Mögliche erreichen zu wollen, weil man dadurch nur eine Ungleichheit, eine Schwankung in die Zahlen hineinbringt, die nicht dem Fleckenphänomen selbst anhaftet, sondern bloß durch die B i l d s c h ä r f e erzeugt wird. Es sei natürlich hier nicht einer Oberflächlichkeit im Beobachten und Abzählen das Wort geredet!! — — Häufig werden die Gruppenzahlen viel zu groß angesetzt, indem manche Gruppen, die als e i n e zu rechnen wären, in mehrere zerlegt werden. Wenn man aber die betreffende Erscheinung etwas näher kennengelernt hat und die E n t w i c k e l u n g der Gruppe verfolgt, wird man die Zusammenfassung schon nach und nach richtig beurteilen. Man ist manchmal geneigt, ausgedehnte Gruppen, namentlich wenn die Zwischenglieder zwischen den äußeren Hauptflecken sich aufgelöst haben, in einzelne

Gruppen zu zerlegen, obwohl sie tatsächlich zusammengehören. — Aus aufgenommenen Sonnenbildern die Fleckenzahlen einigermaßen richtig zu erlangen, hält äußerst schwer. Der Beobachter kann bei stark entwickelten Gruppen unmöglich alle einzelnen Flecke, die manchmal dicht gedrängt stehen, eintragen, während es leicht ist, auch in diesen Fällen unmittelbar am Fernrohr die Zählung sachgemäß vorzunehmen. Es werden z. B. am Züricher 16 *cm*-Refraktor nach Möglichkeit alle kleinen Flecke in ein Projektionsbild von 25 *cm* Durchmesser eingetragen, trotzdem sind die Fleckenzahlen doch kleiner, als wie am dortigen 8 *cm*-Fernrohr bei unmittelbarer Zählung.

Bei Beachtung dieser sehr dankenswerten Bemerkungen des Herrn Professor Wolfer kann der Wert der Beobachtungen wesentlich erhöht werden. Als Hauptgrundsatz ist festzuhalten: „Eine Statistik für Erscheinungen, die lange Zeit ununterbrochen verfolgt werden müssen, gibt nur dann wertvolle Ergebnisse, wenn Beobachter, Instrument und Methode so weit als nur möglich unverändert bleiben".

Herr Professor Wolfer stellte als Gegengabe eine Anzahl Exemplare der Nr. 108 der „Astronomischen Mitteilungen", die statistischen Beobachtungen aus dem Jahre 1915 enthaltend, der Gruppenleitung zwecks Verteilung unter die beobachtenden Mitarbeiter unserer Gruppe zur Verfügung. Die Hefte sind bereits versandt. Die Statistiken der nächsten Jahre bis zum vergangenen werden voraussichtlich etwas rascher aufeinander folgen, als es bisher infolge der auch in der Schweiz vorherrschend gewesenen Kriegsnöte möglich gewesen war. Herrn Professor Wolfer sei für sein freundliches Entgegenkommen vielmals gedankt.

Da die Züricher Sternwarte die ihr übergebenen Beobachtungsreihen nicht in vollem Umfange wird verwerten können, sondern nur diese oder jene Beobachtungen zur Ausfüllung der in ihrer Statistik befindlichen Lücken benutzen wird, sind die physischen und statistischen Beobachtungen der Sonne programmgemäß Herrn Voß - Altona zugeleitet worden, der sich zu ihrer Bearbeitung bereitwilligst zur Verfügung gestellt hat. Auch Herr Malsch - Heidelberg hat sich zur rechnerischen Mitarbeit bereit erklärt. Es steht zu hoffen, daß sich einige schöne Ergebnisse finden lassen werden.

Einige neue Sonnenbeobachter traten unserer Gruppe als Mitarbeiter bei und bilden einen nicht unerwünschten Ersatz für andere, die sich trotz mehrfacher Aufmunterung seitens der Gruppenleitung zu weiterer Mitarbeit leider nicht mehr entschließen wollten.

Trotz der trüben Witterung im Januar und Februar gingen doch recht belangreiche Beobachtungsreihen und gut verwendbare Monatsberichte ein. Die Herren Fauth und Seelecke übersandten zahlreiche gut angelegte Übersichtsskizzen der Vorgänge auf der Sonne. Sehr wünschenswert wäre es, wenn in der Rubrik „Bemerkungen" des für die Aufstellung der Monatsbeobachtungsliste benutzten Musters besonders hervortretende Erscheinungen auf der Sonne mit ganz kurzen Worten charakterisiert würden, falls nicht überhaupt die Abfassung eines Monatsberichts bevorzugt wird.

Im folgenden soll versucht werden, einen Überblick über die Tätigkeit der Sonne im 1. Vierteljahr 20 zu geben. Dem von mehreren Mitarbeitern ausgesprochenen Wunsche folgend, hatte ich bisher in der Übersicht Quellen durch Beifügung des Namens des betreffenden Beobachters in Klammern angegeben. Infolge der gesteigerten Anzahl der Mitarbeiter und der gleichen Emsigkeit im Beobachten erscheint dies Verfahren jetzt nicht mehr zweckmäßig.

Nur ein geringer Teil unserer Beobachter reicht Monatsberichte ein, die andern begnügen sich mit der statistischen Aufstellung, aus der Einzelheiten natürlich nicht entnommen werden können. Überdies hätten die Besitzer größerer Instrumente hierbei entschieden vor denen kleinerer Rohre den Vorzug, öfter genannt werden zu müssen, was aus Gründen gerechter Beurteilung der gleichmäßigen Betätigung nicht recht zu vertreten wäre. Ich habe mich daher entschlossen, künftig nur dort die Quelle anzugeben, wo es sich um Erscheinungen auf der Sonne handelt, die aus dem Rahmen des „Alltäglichen" herausfallen.

Januar: Die Sonne entwickelte eine geringe Tätigkeit. Abgesehen vom 11., an dem die Anzahl der Gruppen sich auf neun verstieg, wechselte sie im allgemeinen zwischen zwei und sechs. Auch die Anzahl der Flecke war im ersten und zweiten Monatsdrittel gering und steigerte sich erst im letzten Drittel merklich, wobei sogar teilweise auch große Flecke zu verzeichnen waren. Am 23. befanden sich zwei Gruppen auf der Südhälfte der Sonne, welche eine bedeutende Ausdehnung besaßen und auch für das bloße gegen die Sonnenstrahlen geschützte Auge bis Monatsende sichtbar waren (v. Buttlar, Kaper, May, Wegner). Ihr Anblick war wundervoll; auch insofern, als die Nordhälfte der Sonne gänzlich fleckenfrei war und nur den seltsam funkelnden Granulationsgrund zeigte. Die eine dieser Gruppen befand sich auf der Osthälfte der Sonne nahe dem Äquator und interessierte vor allem durch den führenden Fleck mit zwei Penumbrenausläufern. Die andere auf der Westhälfte der Sonne gelagerte Gruppe war zwar weniger fleckenreich, aber von regelmäßigerer Gestalt und mit größeren dunklen Kernen ausgestattet. Interessant war ihr westlicher Fleck, in dessen fast quadratisch gestalteter Penumbra sich der dunkle gewundene Kern von Osten her hineinzuschieben schien (Nösselt). Die Fackelbildung war gering, erstreckte sich aber so ziemlich über den ganzen Monat. Am 6. befand sich am Ostrand der Sonne ein weit ausgedehntes Fackelfeld, ebenso am 18. ein solches am Westrand der Sonne, welches einen mittelgroßen Fleck mit kleiner Penumbra umschloß (Jockisch, Lissak, v. Stempell).

Februar: Die Anzahl der Gruppen und Einzelflecke wies gegenüber der im Vormonat eine nicht unerhebliche Steigerung auf, wenn auch die Einzelgebilde an Größe den im Januar beobachteten nachstanden. Im großen und ganzen war die Sonnentätigkeit in der ersten Monatshälfte recht gering, dann trat jedoch eine Steigerung ein, die am 18. mit 10 Gruppen den Höhepunkt erreichte (v. Buttlar, Jockisch, Hachfeld). Es folgte ein allmähliche Wiederabnahme bis zum Monatsende. Auffallend war die große Menge kleiner und kleinster Flecke, die sich zu besonderen Gruppen vereint oder auch verstreut zeigten (v. Buttlar, Kaper). So war besonders die Gegend in welcher im Januar die ausgedehnte Riesengruppe lagerte, ein Feld solcher Fleckchen, auch zeigte diese Stelle bei ihrem Auftreten am Ostrand der Sonne (18./19.) wie auch bei ihrem Verschwinden am Westrand der Sonne (28./29.) ganz besonders schöne und sehr weit ausgedehnte Fackeln (v. Buttlar, Lissak, v. Stempell). Ferner fielen noch einige Gruppen durch in Anbetracht des jetzigen Abstiegs der Sonnentätigkeit merkwürdig hohe nördliche Breite auf (v. Buttlar). Außer drei Tagen, für die keine Beobachtungen vorliegen, wurden während des ganzen Monats Fackelbildungen festgestellt.

März: Die Sonnentätigkeit, welche am Anfang des Monats wieder etwas zunahm und sich dann bis gegen Monatsende ziemlich gleichbleibend verhielt,

erreichte zwei Maxima am 9. mit sieben Gruppen (v. Buttlar) und am 21. mit 12 Gruppen (Fauth). Das Hauptinteresse beanspruchte eine gewaltige Gruppe, die am 15. am Ostrand der Sonne erschien und am 27. wieder an deren Westrand verschwand. Am 22. wurden in ihr 190 Flecke gezählt (Fauth). Vom 18. bis 25. konnte die Gruppe auch bequem mit bloßem geschütztem Auge erkannt werden (v. Buttlar, Kaper, Wegner). Sie lagerte auf der Südhälfte der Sonne nahe dem Äquator und fast an derselben Stelle, wo sich s. Z. die große Januargruppe befand. Eigentlich waren es drei Gruppen: die anführende war am schönsten gebildet und wies in der Mitte der strahligen Penumbra einen großen dreigeteilten Kern auf. Von ihr erstreckte sich eine Penumbra bis zur zweiten Gruppe und um diese herum. Ihre zerrissenen Ränder und die vielen eingestreuten Flecke und Poren gaben ihr ein wunderbar abwechslungsreiches Aussehen. Getrennt von diesen beiden Gruppen folgte dann die dritte kleinere. Als dieser Fleckenkomplex am 22. gerade den Zentralmeridian der Sonne durchquerte, wurde abends in Schlesien, Baden und Westpreußen ein wundervolles Nordlicht beobachtet (v. Buttlar, Malsch, Wegner), über das wohl noch an anderer Stelle berichtet werden wird. Herr Dr. Rosenlecher-Höchst a. Main übersandte ein von ihm aufgenommenes Lichtbild der Fleckgruppe, welches ihren Aufbau im einzelnen recht gut erkennen läßt. Eine weitere sehr große Gruppe mit zahlreichen recht ansehnlichen Flecken, die vom 7. bis 14. sichtbar war, tauchte am 29. in bereits erlöschendem Zustande am Ostrand der Sonne wieder auf und fand am 1. April ihr Ende. Konnte hier ein Auflösungsprozeß beobachtet werden (v. Buttlar), so ließ sich andererseits am 7. das Anwachsen eines Fleckes an Größe unter den Augen des Beobachters feststellen (May). Am 1. waren die beiden Hauptflecke der an diesem Tage sichtbar gewesenen Gruppe schon in einem Operngucker mit zweifacher Vergrößerung sichtbar (May).

Außer diesen großen Gruppen erreichten die übrigen Märzgruppen im allgemeinen nur mittlere Größe.

Die geringe Fackelbildung erstreckte sich über den ganzen Monat (für zwei Tage liegen keine Beobachtungen vor).

Charlottenburg, im April 1920.

[1186 Günther von Stempell.

Rundschau.

Komet Tempel$_2$, der, wie wir bereits in unserer Januarnummer ausführten, für dieses Jahr zu erwarten war, ist von Kudaka am 25. Mai in $\alpha = 20^h\,55^m\,7^s$, $\delta = -4°\,53'\,0''$ im Sternbilde des Wassermanns wieder aufgefunden worden. Die tägliche Bewegung betrug $+3^m\,4^s$ bzw. $+8'$.

Spektrum und Farbenindex. Gelegentlich der lichtelektrischen Farbenindexbestimmungen an der Nova Aquilae 3, die Prof. Guthnick an der Babelsberger Sternwarte angestellt hat, sind auch lichtelektrische Farbenindizes von 67 anderen Sternen bestimmt worden, um die der Nova mit dem gewöhnlichen photographisch-visuellen System vergleichen, und daraus das „Äquivalentspektrum" ableiten zu können. Die Bearbeitung dieser 67 Farbenindizes durch Guthnick und Hügeler (A. N. 5037—38) zeigt einige bemerkenswerte Tatsachen, die teils bereits bekannt, teils aber anderwärts noch nicht hervorgehoben worden sind. So wachsen beispielsweise die Farbenindizes mit der Annäherung an den Anfang der Spektralreihe nicht unbegrenzt,

sondern erreichen bei etwa B 0 oder Oe 5 das negative Maximum. Ob dann Konstanz oder wieder Abnahme Platz greift, läßt sich wegen Mangel an Material nicht mit Sicherheit sagen. Zwischen den Spektralklassen B und M ist der Verlauf nicht linear. Weitaus am auffallendsten aber ist die entschiedene Umkehr der lichtelektrischen Farbenindizes ungefähr beim Spektraltypus Ma, so daß bei Md bereits wieder ein Wert erreicht ist, der etwa dem für G0—G5 entspricht. Dasselbe Verhalten der Farbenindizes ist 1919 unter nicht unerheblich veränderten instrumentellen Verhältnissen bestätigt gefunden worden. [1176

Parallaxe des Planetarischen Nebels N. G. C. 7662. Bei den wenigen und noch dazu häufig unzuverlässigen Nebelparallaxen, die zurzeit bekannt sind, hat jede genauere Bestimmung Interesse. Trägt sie doch zur Klärung der Frage bei, ob die Nebel zu unserem Milchstraßensystem gehören oder sich außerhalb desselben befinden. Das Mount Wilson-Observatorium hat denn auch in sein Parallaxenprogramm sechs Nebel mit hineingenommen, von denen N. G. C. 7662 bereits bearbeitet ist. Seine relative Parallaxe wurde aus acht Plattenpaaren der Jahre 1915—1916 von A. van Maanen zu $+ 0.021''$ $\pm 0.004''$ abgeleitet. Die absolute Parallaxe dadurch zu $+ 0.023''$ bestimmt, entsprechend einer Entfernung von 140 Lichtjahren. Da der Winkeldurchmesser des Nebels 26″ beträgt, folgt für seinen linearen Durchmesser der 19 fache Betrag der Neptunsbahn. [1178

Aus dem Instrumentenbestande des früheren Reichskolonialamtes sollen demnächst eine Anzahl **kleinerer astronomischer Instrumente** zum **Verkauf** gelangen. Dieselben sollen nur an Selbstbenutzer abgegeben werden. Wegen des Erwerbs derselben wollen Reflektanten sich wenden an Prof. Ambronn, Göttingen, Sternwarte.

Bücherschau.

R. Börnstein, Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Aus Nat. u. Geistesw. Nr. 64. 3. Aufl. von E. Regener. 130 S. mit 71 Abb. im Text. Teubner 1920.

Das sehr anregend und mit umsichtiger Auswahl der ungeheuren Fülle neuen Materials bearbeitete Bändchen bedarf kaum noch einer Empfehlung von unserer Seite. Wie hoch das den Fragen entgegengebrachte Interesse ist, zeigt der erfreulich rasche Absatz. Der Amateurastronom, der sich für diese Fragen interessiert, wird allerdings das Bändchen 405 (Radium) nicht entbehren können. [1182] Kr.

Sternbüchlein 1920. Von Robert Henseling. Mit einer zweifarbigen Planetentafel und 42 Bildern. Preis geh. ℳ 2.40. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Das neue Büchlein wird seiner großen Schar von Freunden gewiß weitere hinzufügen. Es wird hier die gefühlsmäßige Seite der Sternanschauung betont, die heute eine so große Bedeutung als Erholungsmittel erreicht hat. In diesem Sinne bietet es vielerlei Anregung zur Beobachtung. Auf S. 52, 53 wird übrigens der „Nord-Amerika-Nebel" für völlig unsichtbar für das freie Auge erklärt, was zwar in vielen Büchern steht aber trotzdem nicht zutrifft. 1183] Kr.

INGEDELIA.

Gründung einer Ortsgruppe München. Die Mitglieder der Ingedelia, sowie „Sirius"-Leser und Freunde der Astronomie in und bei **München,** welche Interesse am Zusammenschluß zur Pflege und Förderung ihrer astronomischen Studien haben, wollen ihre Adresse mitteilen an

Dr. August Kühl, München, Kanalstr. 33 III.

Entsprechend ersucht der Vorstand der Ingedelia **Breslauer** Interessenten ihre Adresse Herrn **Priestap,** Breslau, Gellertstr. 15, übermitteln zu wollen.

Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40528
Schriftleitung: Paul Hügeler Berlin SO 33 Schlesischestr. 21

1920 März 3 $6^h\,45^m$ MEZ. $\lambda = 264{,}1°$ (Syst. II)

Äqu. D. = 44,05″ Pol. D. = 41,11″

Jupiterzeichnung des Herrn Fr. Tauber.

Band 53 1920

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger** herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

August 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.

Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Flut und Ebbe. Von Prof. E. Hoff, Altona. Mit 9 Abbild. S. 149. (Schluß.) — Paul Schwahn. S. 152. — Über Meridiankreise. Von Prof. Dr. J. A. Repsold †. S. 154. (Schluß.) — Die absolute Bewegung von Barnards Stern und anderer Zwerg- und Riesensterne vom Typus M. Von Dr. R. Klumak, Wien. (Mit 1 Abb.) S. 158. — Rundschau. S. 161. — Vermischte Beobachtungsnachrichten. S. 165. — Meinungsaustausch. S. 165. — Bücherschau. S. 167. — Angelegenheiten der Ingedelia. S. 168.

Flut und Ebbe.

Von Prof. **E. Hoff**, Altona. Mit 9 Abbildungen. (Schluß)

Die vorstehenden Untersuchungen setzen uns nun in den Stand, die Größe der fluterzeugenden Kraft für den Äquator unter den angenommenen einfachsten Bedingungen zahlenmäßig festzustellen, um dadurch ein Urteil über die Leistungsfähigkeit derselben zu gewinnen. Zu diesem Zwecke behandeln wir zunächst die Einwirkungen, die nach der hier dargelegten Auffassung von der Ursache der Tiden auf den Massenpunkt a in Abb. 1 beim Stundenwinkel 0^h der Sonne sich geltend machen. Dabei sollen alle Störungen, welche die Schwerkraft der Erde an der Oberfläche vermindern, als negativ, und alle Störungen, welche die Schwerkraft vermehren, als positiv bezeichnet werden. Danach wirkt auf den Punkt a die anziehende Kraft der Sonnenmasse mit dem Betrage

$$-\frac{G}{A^2}\cdot$$

Durch Einsetzung der bezüglichen Zahlen und Ausrechnung erhalten wir die Störungsgröße $-0{,}00592543\ m$, oder in der anderen Bezeichnungsweise $-592\,543 \cdot 10^{-8}\ m$. Die Bahngeschwindigkeit V_1 des Punktes a in seiner Epizykloide ist gleich

$$V_1 = \frac{2\pi A r}{T} - \frac{2\pi r}{t} = 29296{,}32\ m$$

und die dadurch bewirkte Zentrifugalkraft ist gleich

$$+\frac{V_1^2}{Ar} = +574171 \cdot 10^{-8}\ m.$$

Die anziehende Kraft der Sonne überwiegt also mit dem Betrage

$$-592543 \cdot 10^{-8} + 574171 \cdot 10^{-8} = -18372 \cdot 10^{-8}\ m,$$

und diese beschleunigende Kraft strebt dahin, den Massenpunkt a vom Erdmittelpunkte zu entfernen. In dem Punkte b in Abb. 1, für den der Stundenwinkel der Sonne gleich 12^h ist, wirkt die anziehende Kraft der Sonne mit demselben Betrage wie vorher ein, nun ist aber bei der veränderten Sachlage diese Einwirkung positiv zu nehmen,

weil sie im Gegensatz zur Sachlage bei a zum Erdmittelpunkte gerichtet ist, und demnach die Schwerkraft der Erde vermehrt. Die Bahngeschwindigkeit V_2 dieses Punktes ist nun gleich

$$V_2 = \frac{2\pi Ar}{T} + \frac{2\pi r}{t} = 30226{,}41\ m.$$

Die dadurch bewirkte Zentrifugalkraft ist nun negativ zu setzen und gleich

$$-\frac{V_2^2}{Ar} = -611207 \cdot 10^{-8}\ m.$$

Die Differenz der beiden einwirkenden Kräfte ist demnach gleich

$$+592543 \cdot 10^{-8} - 611207 \cdot 10^{-8}\ m$$
$$= -18664 \cdot 10^{-8}\ m.$$

Um diesen Betrag wird also in der Stellung $L = 12^h$ die Schwerkraft der Erde durch das Überwiegen der Zentrifugalkraft herabgesetzt, und mit diesem Antriebe strebt also der Massenpunkt b vom Erdmittelpunkte sich zu entfernen. Für diesen Punkt ist also die störende Kraft um $-292 \cdot 10^{-8}\ m$ stärker, als für den Punkt a. Das arithmetische Mittel der beiden festgestellten Störungsbeträge ist gleich $-18518 \cdot 10^{-8}\ m$.

Für den beliebigen Punkt p des Äquators in Abb. 1 ist die Bahngeschwindigkeit V in der Epizykloide nach dem Vorstehenden gleich

$$V = \frac{2\pi Ar}{T} - \frac{2\pi r}{t}\cos L.$$

Die aus dieser Bahngeschwindigkeit und aus der für alle Massenpunkte des Erdkörpers als konstant angenommenen Anziehungskraft der Sonne herzuleitende Gleichgewichtsstörung ist nun für jeden Stundenwinkel der Sonne zu berechnen aus der Formel

$$\left(\frac{2\pi Ar}{T} - \frac{2\pi r}{t}\cos L\right)^2 : Ar - \frac{G}{A^2}.$$

Die Störung ist aber in dieser Form zunächst noch auf den Erdmittelpunkt bezogen; da es uns aber um die Einwirkung dieses Störungsbetrages auf die Schwerkraft der Erde an dem betreffenden Punkte zu tun ist, und wir nach der vorher gegebenen Begründung die vertikale Komponente der Störung in Anwendung bringen, so haben wir den entwickelten Störungsbetrag durch Multiplikation mit $\cos L$ auf den zugehörigen Erdradius zu projizieren. Wir erhalten demnach für den Störungsbetrag P die Gleichung

$$P = \frac{4\pi^2 Ar}{T^2}\cos L - \frac{8\pi^2 r}{Tt}\cos^2 L + \frac{4\pi^2 r}{At^2}\cos^3 L - \frac{G}{A^2}\cos L.$$

Das erste und das letzte Glied dieser Gleichung heben sich gegenseitig auf, weil das erste als Faktor die Zentrifugalkraft des Erdmittelpunktes, und das letzte Glied als Faktor die der ersteren gleich und entgegengesetzt wirkende Anziehungskraft der Sonne enthält. Dann ist also für einen beliebigen Punkt des Äquators der Störungsbetrag bestimmt durch die Gleichung

$$P = -\frac{8\pi^2 r}{Tt}\cos^2 L + \frac{4\pi^2 r}{At^2}\cos^3 L.$$

Die in dieser Gleichung vorkommenden Konstanten sind aus dem Vorhergehenden bekannt, durch Einsetzung der betreffenden Zahlen und Ausrechnung erhalten wir, wenn wir hier der Einfachheit halber sowohl für a wie für den Punkt b das oben genannte arithmetische Mittel einsetzen

$$P = -18518 \cdot 10^{-8}\cos^2 L + 145 \cdot 10^{-8}\cos^3 L.$$

Wir nehmen nun zur Berechnung der durch diese Störungen hervorgerufenen Flutwelle als Nullniveau das des niedrigsten Wasserstandes an, das bei $L = 6^h$ und $L = 18^h$ naturgemäß eintritt, und berechnen dann die allenthalben am Äquator sich jeweils einstellenden Wasserstände in der Art, daß wir sie den ermittelten Störungsbeträgen proportional setzen. Es hat nun nach den

vorhergegangenen Ausführungen gar keinen Sinn, aus diesen Störungsbeträgen im Voraus einen Tidenhub berechnen zu wollen, denn der bedeutende Einfluß der erwähnten Widerstände und Hemmungen und insbesondere die Behinderung durch die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit, lassen sich zahlenmäßig nicht in Rechnung stellen. Wir wollen daher, wie das in der Natur häufig beobachtet wird, annehmen, daß die ermittelten Störungsbeträge eine Sonnenwelle von 1 *m* Tidenhub bewirken. Die genannte Maximalstörung

L	W_1	W_2	W
0^h	100 *cm*	—0,8 *cm*	99,2 *cm*
1^h u. 23^h	93,3 „	—0,7 „	92,6 „
2^h „ 22^h	75,0 „	—0,6 „	74,4 „
3^h „ 21^h	50,0 „	—0,3 „	49,7 „
4^h „ 20^h	25,0 „	—0,1 „	24,9 „
5^h „ 19^h	6,7 „	0,0 „	6,7 „
6^h „ 18^h	0,0 „	0,0 „	0,0 „

$-18\,518 \cdot 10^{-8}$ *m* ruft dann den Tidenhub von 100 *cm* hervor, der Störungsbetrag von $-185{,}18 \cdot 10^{-8}$ bewirkt dann einen Wasserstand von + 1 *cm* über dem Nullniveau, und der Störungsbetrag von $+ 145 \cdot 10^{-8}$ *m* veranlaßt — 0,8 *cm* Wasserstand. Für jeden Punkt des Äquators ist dann der jeweilige Wasserstand W bestimmt durch die Gleichung:

$$W = 100 \cos^2 L - 0{,}8 \cos^3 L.$$

Die Sonnentide setzt sich demnach in dieser einfachsten Gestalt aus zwei Partialwellen zusammen, einer Halbtagstide, welche die Hauptschwingung darstellt, und einer Eintagstide, welche nur eine kleine tägliche Ungleichheit in den Höhen der beiden Hochwasser bewirkt. Diese würde noch etwas größer ausfallen, wenn wir die beiden für die Punkte *a* und *b* in Abb. 1 als verschieden berechnete Störungsgrößen in genauere Berechnung gestellt hätten. In der folgenden kleinen Tabelle stehen nun unter W_1 die durch die erste Partialwelle, unter W_2 die durch die zweite Partialwelle veranlaßten und unter W die resultierenden Wasserstände der Flutwelle, die bei verschiedenen Stundenwinkeln L der Sonne sich einstellen.

L	W_1	W_2	W
7^h u. 17^h	6,7 *cm*	0 0, *cm*	6,7 *cm*
8^h „ 16^h	25,0 „	0,1 „	25,1 „
9^h „ 15^h	50,0 „	0,3 „	50,3 „
10^h „ 14^h	75,0 „	0,6 „	75,6 „
11^h „ 13^h	93,3 „	0,7 „	94,0 „
12^h	100,0 „	0,8 „	100,8 „

Nach diesen Zahlen würde die Profilkurve der Flutwelle am Äquator zu stande kommen, wie Abb. 9 dies zeigt,

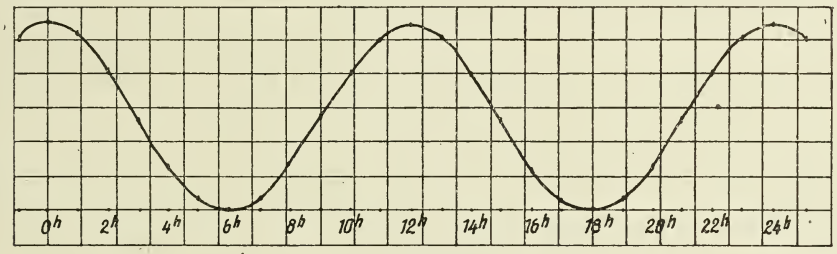


Abb. 9.

wenn das Meer ununterbrochen und die Behinderung in der Ausbildung der Welle durch die Kontinente nicht vorhanden wäre. Die geringe tägliche Ungleichheit kommt in der Figur wegen des kleinen Maßstabes nicht zur Geltung.

Vergleichen wir nun die unmittelbare Maximalstörung im Betrage von $-18\,518 \cdot 10^{-8}$ *m* mit dem Newtonschen Kraftfaktor $-7584 \cdot 10^{-10}$ *m* oder $-76 \cdot 10^{-8}$ *m*, so sehen wir, daß der erstere den letzteren um ein ganz

bedeutendes übertrifft, er ist über 240mal so groß. Während man bisher nach der üblichen Ansicht einer ganz geringen Kraft eine ganz außerordentlich große Wirkung zuschrieb, befinden wir uns nun in dem entgegengesetzten Falle. Der große hier berechnete Störungsbetrag hat einen verhältnismäßig geringen Tidenhub zur Folge. Dieses Verhältnis ist aber offenbar das natürlichere und richtigere, denn die aufgezählten Widerstände und die Kürze der Zeit müssen selbstverständlich die Wirkungen der fluterzeugenden Kraft ganz erheblich herabsetzen.

Berechnen wir unter den Bedingungen wie vorher vermittelst der angegebenen Reduktionszahl $185{,}18 \cdot 10^{-8}\ m$ den entsprechenden Tidenhub für $-76 \cdot 10^{-8}\ m$, so finden wir für die Sonnenwelle einen solchen von 4 *mm*, und für die Mondwelle einen solchen von 9 *mm*. Wäre also in der Natur der geringe Newtonsche Kraftfaktor in Wirklichkeit die alleinige Ursache der Tiden, so würden wir eine bemerkbare Flutbewegung überhaupt nicht wahrnehmen.

Nach den weiteren Untersuchungen ist die fluterzeugende Kraft des Mondes zu dem dreifachen Betrage der durch die Sonne bewirkten Störungen festgestellt worden, und damit sind nach der hier dargelegten Auffassung vom Grunde der Tiden die gewaltigen Kräfte gefunden, welche trotz aller Gegenwirkungen die großen Flutbewegungen hervorrufen.

Die auf Grund des hier entwickelten Flutprinzipes weiterhin durchgeführten Untersuchungen haben zahlreiche Ergebnisse geliefert, welche die bisher unverstandenen Fluterscheinungen durch verhältnismäßig einfache Berechnungen in ihren wesentlichen Zügen unserem Verständnisse zu erschließen geeignet sind. Im Gegensatze zu den bisher üblichen Verfahren, den stets wachsenden Schwierigkeiten bei den fortschreitenden Untersuchungen durch die Annahme zahlreicher meist sehr sonderbarer Hypothesen zu begegnen, sind nunmehr diese Berechnungen ohne jede Hypothese durchgeführt worden. Als besonderer Vorteil sei noch erwähnt, daß aus der Störungsgleichung, die aus dem Einflusse der Sonne herzuleiten ist, fünf Partialwellen der Sonnentide leicht zu erhalten sind. Der Einfluß des Mondes ergibt eine noch größere Anzahl von Partialwellen der Mondtide. Es ist also dadurch fernerhin nicht mehr nötig, diese Partialwellen von imaginären Gestirnen herzuleiten. [1150]

Berichtigung. Seite 131 links 3. Zeile von unten lies „Sternentages" nicht Sonnentages.

Paul Schwahn.

Prof. Dr. P. Schwahn, der wissenschaftliche Direktor der Gesellschaft Urania in Berlin, deren volkstümliche Institute nicht nur in Deutschland Anregung zur Schaffung ähnlicher Bildungsstätten gaben, ist vor kurzem heimgegangen.

Paul Julius Schwahn wurde am 24. April 1859 zu Schwerin in Mecklenburg geboren. Sein Bildungsgang begann mit dem Besuch des dortigen Gymnasiums, das er später mit dem Askanischen Gymnasium in Berlin vertauschte, wo er 1881 das Abiturium machte. Schon auf dem Gymnasium zogen ihn unter Anleitung von Prof. Dr. A. Schumann mathematische und astronomische Fragen besonders an. Er bezog die Universität Berlin, wo er vier Jahre lang diese beiden Fächer studierte und dabei in erster Linie Vorlesungen von H. Bruns, Förster, von

Helmholtz, Kirchhoff, Tietjen und Weierstraß hörte. Im Jahre 1887 erwarb er in Berlin den Doktorgrad auf Grund seiner Dissertation über Änderungen in der Lage der Figur- und der Rotationsachse der Erde sowie über einige mit dem Rotationsproblem in Beziehung stehende geophysische Probleme. Er gibt darin einen Überblick über die Bewegung der instantanen Rotationsachse im festen Erdkörper, studiert die zehnmonatliche Periode und die auf ihre Existenz hindeutenden Wahrnehmungen. Die mathematische Diskussion schließt sich an Lionville an. Schwahn untersucht dann weiter den Einfluß, welchen meteorologische und geologische Prozesse auf die Polverschiebung haben können. Auch die mögliche Verzögerung der Rotationsperiode der Erde wird nach Adams, Delaunay und Newcomb ins Auge gefaßt.

Mathematische und geophysische Fragen, wie die schon in der Diskussion behandelten, haben Schwahn weiterhin beschäftigt, wenn er auch leider seine umfangreichen Manuskripte darüber Jahrzehnte lang nicht zum Druck zu bringen sich entschließen konnte.

Seine Tätigkeit nach der Promotion führte ihn mit dem bekannten M. Wilhelm Meyer, dem Schöpfer der Urania, zusammen. Im Jahre 1890 trat er in dieses Institut ein und bezog zunächst eine überaus bescheidene Entschädigung. Als P. Spieß das Institut verließ, das seitdem verschiedene Umbildungen erlebte — besonders die Baukrise wegen des Institutes in der Taubenstraße, die zum Ausscheiden Meyers führte — trat Schwahn 1899 in das Direktorium der Urania ein, nachdem er schon seit 1896 die Redaktion der Zeitschrift „Himmel und Erde“ übernommen hatte. Welche Beiträge aus der Feder führender Gelehrter das Blatt in seiner Glanzzeit gebracht hat, ist hinlänglich bekannt. Leider hat „Himmel und Erde“ durch Kriegsschwierigkeiten 1916 sein Erscheinen einstellen müssen. Die Interessen der Zeitschrift und besonders die Herstellung aktueller Lichtbildervorträge veranlaßten Schwahn unter anderem 1906 zum Studium des großen Vesuvausbruches an Ort und Stelle und 1911 nach Messina zum Studium der verheerenden Erdbebenwirkungen.

Trotz seiner sehr großen Abneigung gegen das Druckfertigmachen umfangreicher mathematischer Arbeiten brachte er doch 1910 in einer der Teubnerschen Sammlungen einen Band „Mathematische Theorie der astronomischen Finsternisse“ heraus, worauf er 1911 den Professortitel erhielt.

Das Hauptgebiet seiner Tätigkeit waren wissenschaftliche und dekorative Vorträge in der Urania. Besondere Vorliebe hatte er für mathematische Themen, fand jedoch erst spät Gelegenheit, Kurse für Differential- und Integralrechnung einrichten zu können. Von seinen wesentlich astronomischen Vorträgen heben wir hervor „Die Erforschung der Sonne“ sowie „Werden und Vergehen im Weltenraum“. Seiner Vorbildung gemäß legte er viel Nachdruck auf geologische Themen und behandelte daher in einem dekorativen Vortrag „Die Feuergewalten der Erde“, nachdem er auf diesem Gebiet zunächst zusammen mit M. Wilh. Meyer „Das Antlitz der Erde“ herausgebracht hatte. Wir heben ferner hervor „Die Geschichte der Urwelt, nachgewiesen an deutschen Landschaften“; ferner „Das Tagebuch der Erde“, das er mit seinem künstlerischen Mitarbeiter und Freunde W. Kranz zusammen bearbeitete. Besonderen Beifall fanden auch „Unser Rhein“ (mit Harder bearbeitet) und „Das Land Tirol“.

Hatten die früher genannten Reisen wesentlich katastrophale Ereignisse zum Anlaß, so führten ihn Vorträge wie die oben genannten nach Norwegen in „das

Land der Fjorde" oder nach Schweden-Dänemark, wiederholt in die Schweiz und besonders nach Italien. Auf fast allen diesen Unternehmungen ist W. Kranz sein treuer Begleiter gewesen. An den Ausstellungen in Brüssel sowie in Petersburg („Kinderwelt"), das er mit seinem Amtskollegen Franz Goerke besuchte, war er organisatorisch beteiligt. In seinem Nachlaß befinden sich noch verschiedene Entwürfe und besonders zahlreiche Diapositive, deren Herstellung ihm große Freude bereitete.

Paul Schwahn war von mittlerer, nicht besonders kräftiger Statur und trotz seines ernsten Gesichtsausdruckes eine sehr verträgliche, gutmütige Natur. Er blieb unverheiratet. Obwohl die eigentliche Todesursache schon jahrelang bestand und seine Gesundheit beeinträchtigte, wurde dieses Sarkom, dem er am 19. April 1920 erlag, doch erst in den letzten Monaten erkannt. Noch bis zuletzt hat er trotz teilweiser Lähmungen für die Urania, mit der sein Wesen völlig verwachsen war, zu arbeiten versucht.

Mit ihm ist ein deutscher Astronom dahingegangen, der wohl zu früh in das breite Fahrwasser der Popularisierung der Wissenschaft hineingeriet, sodaß er die seinen eigentlichen mathematischen Anlagen entsprechenden Arbeiten nicht zum Ausreifen und zur Vollendung bringen konnte. [1208]

Über Meridiankreise.

Von Prof. Dr. **J. A. Repsold** †. (Schluß.)

Vortrag, gehalten in der Mathematischen Gesellschaft zu Hamburg 30. Mai 1908.

Repsolds Meridiankreis trägt den Teilkreis nahe dem Ende der Achse, wohl aus ähnlichen Gründen, wie sie Römer bei dieser Anordnung bestimmten; sein Gewicht ist aber besonders aufgehoben, um die Achse vor Biegung zu schützen. Die Ablesung geschieht durch Mikrometer-Mikroskope am Pfeiler; anfangs war es nur eins, auf Gauß' Wunsch wurden noch zwei in 180° Abstand hinzugefügt. Für die Umlegung ist ein Fahrbock beigegeben, mit dem die Fernrohrachse ausgehoben, zwischen den Pfeilern herausgefahren und wieder eingelegt wird, nachdem die Mikroskope am andern Pfeiler befestigt worden sind. — Achse und besonders auch der Kreis sind gegossen.

Troughtons Meridiankreis zeigt dagegen noch die alte englische Blecharbeit, die man eingeführt hatte, um große Dimensionen von möglichster Leichtigkeit herzustellen. Die beiden Kreise bestehen aus vielen Platten und Rohren, die miteinander durch Schrauben verbunden sind, eine bei aller Sorgfalt der Ausführung etwas unsichere Konstruktion. Das Rohr ist an den Enden mit den Kreisen verbunden. Die Ablesung der Kreise geschieht durch je zwei am Pfeiler befestigte Mikroskope mit Mikrometern. Die Umlegung kann nur mit Flaschenzügen ausgeführt werden.

Reichenbachs Meridiankreis ist dem Repsolds in der ganzen Anordnung ähnlich, die Ablesung des Kreises geschieht aber nicht durch Mikrometer-Mikroskope, sondern durch Verniers an einem von der Achse getragenen Alidadenkreise, der in dem vertieften Hauptkreise liegt; zu Mikroskopen hat sich Reichenbach nie verstehen können. Auf Umlegung ist erst bei späteren Instrumenten Rücksicht genommen worden, die bald folgten.

In Deutschland fanden die Meridiankreise durch Gauß und Bessel bald Eingang, auch in Rußland durch

Struve. In England und Frankreich aber verhielt man sich ablehnend; schließlich fand man es in Greenwich freilich doch für notwendig, den Quadranten durch einen Vollkreis zu ersetzen, behielt aber nach langen Beratungen in der Royal Astronomical Society die Aufstellung der Quadranten im wesentlichen bei. So entstand 1812 Troughtons Mauerkreis; einseitig am Pfeiler aufgehängt, aus vielen Stücken zusammengeschraubt und im Zenith unbrauchbar, sonst mit einigen guten Neuerungen; aber für Durchgangsbeobachtungen war er weder bestimmt noch geeignet, und man mußte ein besonderes Durchgangsinstrument daneben bauen. — 1850 wurde aber doch auch ein Meridiankreis (Transit circle) eingeführt; indem man auf Airys Veranlassung von der früheren zu leichten englischen Konstruktion völlig in das Gegenteil umschlug und sogar auf die sehr nützliche Umlegung ganz verzichtete; man führte dafür Reflexbeobachtungen an Quecksilber ein.

In Paris ahmte man um 1820 den Greenwich-Mauerkreis nach, ist später aber auch zum Meridiankreise übergegangen, ebenfalls den englischen ähnlich und ohne Umlegung. Diese ausländischen Konstruktionen sollen hier nicht weiter verfolgt werden; sie haben auf die deutschen im wesentlichen keinen Einfluß gehabt.

Unter diesen ist nun einer der bekanntesten der 1838 aus Repsolds Werkstatt an die Sternwarte Pulkowa gelieferte, bei dem die Symmetrie möglichst durchgeführt ist. Als wesentliche Änderung wurde hierbei die Vertauschung des Objektiv- und des Okularkopfes eingeführt; hierdurch sollte der Einfluß der Biegung beseitigt werden. Zur Bestimmung des Nullpunkts der Kreise wurden ein Paar feste, wagerechte Kollimatoren und zur Bestimmung der Kollimationsfehler ein zweites Paar um wagerechte Achsen drehbare Kollimatoren hinzugefügt. Ein Okularmikrometer sollte das Instrument nach dem Wunsche des Bestellers nicht erhalten.

Mit Übergehung der weiteren Übergangsformen sei nur noch bemerkt, daß, unter Beibehaltung der wesentlichen Grundzüge, im Laufe der Jahre statt der umzuhängenden Mikroskopträger gußeiserne Pfeilerköpfe zur Aufnahme der (langen) Mikroskope und der Achsenlager eingeführt, die Gegengewichte zur Aufhebung des Lagerdruckes unter den Fußboden verlegt worden sind, daß das sog. unpersönliche Durchgangsmikrometer hinzukam, sowie neuerdings, als ergänzendes Gegenstück zum Quecksilberhorizont, ein auf Quecksilber schwimmender Zenithspiegel und endlich eine bequemere und schnellere Umlegung der Fernrohrachse in ihren Lagern, die erlauben wird, die meisten Sterne während desselben Durchgangs in beiden Lagen zu beobachten. Das ist aber ein vortreffliches Mittel, kleine durch Temperaturschwankungen und andere Zufälligkeiten im Instrument entstandene Veränderungen zu eliminieren, weil man annehmen darf, daß sie in den beiden Lagen in entgegengesetzter Richtung wirken, im Mittel also verschwinden. Ähnlich ist es mit den Biegungen durch die Schwere, soweit sie nicht infolge des symmetrischen Baues der Instrumente aufgehoben sind, natürlich unter Voraussetzung gesetzmäßiger, sprungfreier Biegungen, wie man sie bei gutem Material und sorgfältiger Ausführung erwarten darf. Umlegung nur einige Male im Jahr oder bestenfalls (man wird kaum weiter gehen können mit der alten Einrichtung) einmal in der Woche kann aber den Zweck nur sehr unvollkommen erreichen, und Wilhelm Struve hat bei Gründung der Sternwarte Pulkowa auf ein häufiges regelmäßiges Umlegen so großen Wert gelegt, daß er neben dem Meridiankreise zwei besondere Instru-

mente bauen ließ, an denen getrennt Durchgang und Höhe beobachtet wird: ein gewöhnliches Durchgangsinstrument und den sogenannten Vertikalkreis von besonderer Einrichtung. Fernrohr und Kreis sitzen am Ende der horizontalen Achse, und das Ganze kann um eine senkrechte Achse so rasch in die zweite Lage gebracht werden, daß die Höhe desselben durchgehenden Sternes innerhalb ca. 10^s in gleichen Abständen zu beiden Seiten des Meridians gemessen werden kann. Ähnliches wird von den neuesten Meridiankreisen erwartet, und es ist natürlich kein besonderes Durchgangsinstrument erforderlich.

Nach dieser Abschweifung wegen der Umlegung möchte ich Ihnen einen neueren Meridiankreis etwas eingehender beschreiben. Das Fernrohr aus Stahl und die Achse aus Gußeisen sind möglichst symmetrisch zur Vermeidung schädlicher, einseitiger Biegungen gebaut. Die zwei Rohrhälften sind mit leichten Messingrohren überdeckt, die einseitige Temperaturänderungen verhüten sollen. Der Objektiv- und der Okularkopf können in den Rohrenden vertauscht werden. Die Achse trägt neben dem Rohr zu jeder Seite einen Teilkreis, sowie einen leichten Anfaßreifen, weil die Kreise nicht berührt werden dürfen; dann folgen (nicht ganz symmetrisch) auf der einen Seite die Klemme mit der Stellschraube, auf der andern ein Gegengewicht; weiterhin (wieder symmetrisch) werden beide Enden von zwei Rollenträgern umschlossen, die dauernd fast die ganze Last aufnehmen, für gewöhnlich durch Druck von unten während der Umlegung der Achse (über diese später) durch Zug von oben. Die Achse endigt an beiden Seiten in zylindrische harte Stahlzapfen mit Längenbohrungen, die in offenen Lagern an den Pfeilerköpfen mit mäßigem Druck aufliegen. — Die Klemme kann durch den radialen Druck einer Schraube auf einem mit der Achse fest verbundenen Mittelstück festgestellt werden. Die Stellschraube verbindet mittels zweier Gelenke das untere Ende der Klemme mit dem Rollenträger, der seinerseits an dem Pfeilerkopf sicheren Widerhalt findet durch ein zwischen Spitzenschrauben geführtes Kippstück, unter welches unterirdische Gegengewichte wirken. Diese nur durch Druck des Instrumentes gegebene Verbindung stellt sich nach der Umlegung selbsttätig auf der andern Seite wieder her. — Auch die Zapfen führen sich beim Umlegen selbsttätig in die Lager und stellen die Überführung zweier elektrischer Leitungen von den Lagern in das eine Zapfenende wieder her, so daß keinerlei Aus- oder Einlösung bei der Umlegung nötig ist. Die δ-Stellschraube trägt einen Kopf, an dem sie unmittelbar gedreht werden kann; sie steht aber auch durch mehrfache Räderübertragungen mit einem nach beiden Enden des Fernrohres verlaufenden Schlüssel in Verbindung, den man in allen Lagen vom Okular her leicht erreichen kann. Jeder der Pfeilerköpfe trägt vier Mikroskope für die Ablesung der Teilkreise; 3^R der Mikrometerschrauben $= 600^t$ der Trommeln $= 4' = 240''$, also $1^t = 0{,}4''$; die Vergrößerung beträgt ungefähr das Dreißigfache. Ein schwaches gebrochenes Mikroskop ohne Mikrometer dient zur ersten Einstellung nach einem Index. — Über den Pfeilern bauen sich zwei Eisengerüste auf, von denen das eine die Umlegevorrichtung trägt. Sie kann, um zwei Zapfen drehend, leicht über das Instrument gedreht oder zurückgeschlagen werden, um den Meridian freizugeben. Der tragende Querarm hängt an einer Schraube und wird durch zwei Haken, die sich miteinander bewegen, mit den Rollenträgern verbunden. — Die Umlegung geschieht durch Drehung einer Kurbel, die die Mutter der Hebeschraube rundlaufen läßt und mit dem Tragebalken und der eingehängten Last

zum Steigen bringt, weil sie durch eine Führung am Ende des Querarms am Mitdrehen verhindert ist. Kommt man aber bis ans Ende der Führung, so wird der Balken frei, dreht sich mit der Mutter um 180°, bis das andere Ende des Querarms in die Führung tritt und darin durch einen Schnepper zurückgehalten wird. Man hat dann nur links zu drehen, um die Achse wieder in die Lager hinabzulassen. Das Ganze geht also, da (wie gesagt), auch keine Auslösung des Instruments nötig ist, selbsttätig und schnell. — Das zweite Eisengerüst trägt den Zenithspiegel: einen versilberten Glasspiegel vor der Öffnung des Objektivs, der in einer durchbrochenen Fassung auf Quecksilber schwimmt und, nur in der Mitte an einem dünnen Zapfen geführt, eine konstante Neigung gegen den Horizont annimmt, die, wenn nötig, durch kleine Ausgleichsgewichte auf ein so geringes Maß gebracht wird, wie es für mikrometrische Beziehung der reflektierten Fäden auf die reellen zweckmäßig ist. — Um die kleine, übrig gebliebene Neigung zu eliminieren, kann man den Spiegel mit dem Quecksilbergefäß durch einen Schnurzug um 180° drehen.

Das Gegenstück des Zenithspiegels, der Quecksilberhorizont, gibt die Spiegelung unmittelbar an der Oberfläche des in einer verquickten Kupferschale befindlichen Quecksilbers. Sie ist gewöhnlich unterhalb des Fußbodens, tritt aber, nach Öffnung einer Klappe hervor, so daß die Reinigung der Oberfläche leicht besorgt werden kann, und ist ebenso leicht zu beseitigen. Bei beiden dieser Reflexbeobachtungen handelt es sich bekanntlich darum, durch genaues Einstellen der wirklichen Fäden auf die reflektierten die genau senkrechte Lage der optischen Achse herzustellen und die entsprechende Kreis- und Mikrometerablesung festzustellen.

Als weitere Nebenapparate sind zu nennen außer dem Hängeniveau zur Prüfung der Horizontalität der Achse:

1. Eine ferne Mire zur Kontrolle des Azimuts, d. i. eine durchbohrte Platte auf einem festen Pfeiler, hinter der ein Licht im Fernrohr wie ein Stern erscheint. Ein großer Abstand von dem Instrument ist erwünscht, damit kleine durch Temperaturänderungen usw. eintretende Versetzungen unschädlich sind; immerhin ist die gelegentliche Prüfung der Mire nach Polsternbeobachtungen notwendig. — Da man die Mire nicht wohl so fern anbringen kann, daß sie ohne weiteres in der Fadenebene des Mikrometers deutlich erscheinen würde, so ist hinter dem Mikrometer eine Korrektionslinse angebracht, die durch eine sichere Drehung leicht in die Absehlinie geführt und zurückgezogen werden kann.

2. Ein Kollimator, d. i. ein im Beobachtungssaale, aber auf besonderem Pfeiler, im Meridian fest aufgestelltes Fernrohr mit Mikrometer, das den Zweck hat, dem Hauptfernrohr in der Nähe des Horizonts ein für scharfe Einstellungen möglichst geeignetes Objekt zu geben, besonders für Biegungsuntersuchungen. Die Mire ist dafür weniger zweckmäßig, weil sie wegen des langen Lichtweges nahe über dem Erdreich hin leichter störenden Refraktionserscheinungen ausgesetzt ist. Dagegen ist der Kollimator empfindlicher gegen kleine Änderungen der Lage und darf im allgemeinen nur für kurze Dauer als konstant angenommen werden.

3. Eine Vorrichtung zur Prüfung der Form der Zapfen, um welche die Achse sich in ihren Lagern dreht. Sie besteht aus einem kleinen Objektiv, das in jedem der Zapfen zentrisch angebracht werden kann und einem radförmigen Träger an jedem der Pfeilerköpfe; einer hält ein Fadenkreuz, der andere ein Mikrometer, in dem das Fadenkreuz durch Vermittlung des kleinen Objektivs sichtbar gemacht wird. Dreht man

nun die Achse, so würden Fehler in der Zapfenform eine Versetzung des Fadenkreuzes im Mikrometer erkennen lassen und meßbar machen; man würde damit die Möglichkeit haben, die Fehler in Rechnung zu bringen.

Ein wichtiger Teil des Instruments, der einer besonderen Betrachtung wert ist, ist das Okularmikrometer mit den Einrichtungen zur Beleuchtung der Fäden oder des Feldes. Bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts waren die Okularköpfe ohne Mikrometer; sie hatten 5—9 feste Fäden für die Durchgänge, 1 oder 2 δ-Fäden (für die Deklination). Die Mikrometer waren nur zum Anschluß an die Kollimatoren und Mire oder an Polsterne bestimmt. Gegen 1860 wurden der elektrische Registrierapparat und mehr α-Fäden eingeführt. Seit 1890 ist das unpersönliche Mikrometer mit beweglichen Fäden benutzt worden; einige feste Fäden für Durchgänge dienten dabei nur als Zeitmarken. Die Beleuchtung, die bei Römer durch das Fernrohr, bei Ramsden durch die durchbohrte Achse erfolgte, wird jetzt durch eine elektrische Lampe nahe am Okular bewirkt. Die Durchbohrung der Achse ist aber für die Zu- und Ableitung des elektrischen Stromes für die Lampe und für das unpersönliche Mikrometer beibehalten worden.

[1172

Die absolute Bewegung von Barnards Stern und anderer Zwerg- und Riesensterne vom Typus M.

Von Dr. R. Klumak, Wien.

(Mit 1 Abb.)

In der ziemlich vollständigen Sammlung aller Parallaxensterne mit bekannter Eigenbewegung und Radialgeschwindigkeit, für welche ich die absolute Totalbewegung im Raume berechnet habe[1]), finden sich vier Zwergsterne vom Spektraltypus *Ma*, deren absolute Helligkeit fast den gleichen Betrag hat. Mit Ausnahme des Sternes Cord. Z. 243 (Typus *G—K*) und des Barnardschen Schnelläufers (vgl. den Artikel von Prof. Graff im Novemberheft 1919) haben diese Sterne unter allen 350 der Sammlung die geringste absolute Helligkeit. Beziehen wir diese auf eine Sternweite (Parallaxe $\pi = 1''$) als Einheit der Entfernung, so gibt die Formel

$$m_0 = m + 5 \log \pi$$

die absolute Helligkeit m_0 in Sterngrößen für einen Stern m ter Größe mit der Parallaxe π. Für Barnards Stern ist $m_0 = +8.6$ im starken Gegensatz zu den „Riesen" desselben Spektraltypus, deren m_0 etwa von — 1 bis — 10 gehen und von denen später die Rede sein soll.

Wir wollen zunächst die absolute (d. h. von der Wanderung unseres Sonnensystems unabhängige) Bewegung des Barnardschen Sternes bestimmen und mit Prof. Graffs Resultat über die relative Bewegung vergleichen. Die einfachsten Formeln für die absolute Totalbewegung eines Sternes mit den Koordinaten α, δ, der Eigenbewegung $\Delta\alpha \cos\delta = \mu \sin p$, $\Delta\delta = \mu \cos p$ und Radialgeschwindigkeit $\Delta\varrho$, deren Begründung ich in einer während des Krieges der V. A. P. übersandten Arbeit in populärer Form gab, lauten:

$$\xi = V \cos D \cos (A - \alpha) = a_1 + \frac{b_1}{\pi}$$

$$\eta = V \cos D \sin (A - \alpha) = a_2 + \frac{b_2}{\pi}$$

$$\zeta = V \sin D = a_3 + \frac{b_3}{\pi}$$

[1]) Eine Publikation des umfangreichen Materials ist wegen Papiermangels der österreichischen Akademie und der hohen Druckkosten nicht möglich.

$$a_1 = \Delta\varrho \cos\delta - 16.9 \sin\alpha$$
$$a_2 = \quad - 16.9 \cos\alpha$$
$$a_3 = \Delta\varrho \sin\delta + 9.8$$

$$b_1 = -4.74\,\Delta\delta \sin\delta$$
$$b_2 = \quad 4.74\,\Delta\alpha \cos\delta$$
$$b_3 = \quad 4.74\,\Delta\delta \cos\delta$$

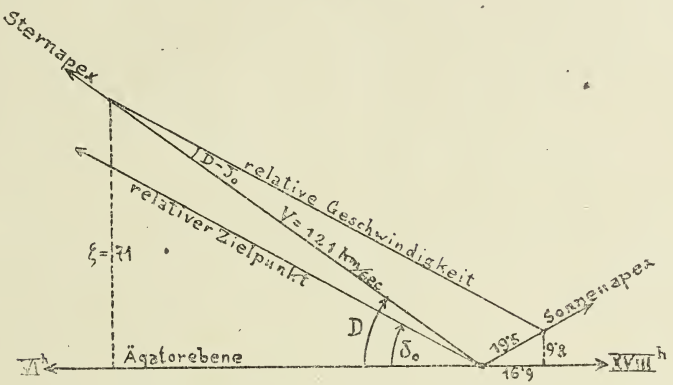
In diesen Formeln bedeuten A, D die sphärischen Koordinaten des absoluten Sternapex, also jenes Punktes am Himmel, nach welchem die wahre Geschwindigkeit V gerichtet ist; ξ, η, ζ sind rechtwinkelige Komponenten von V, die 6 Konstanten a, b lassen sich ein für allemal aus Sternort, Radialgeschwindigkeit und Eigenbewegung berechnen, wenn auch noch keine verläßliche π vorliegen sollte.

Mit den aus S. 215 Jahrg. 1919 dieser Zeitschrift leicht zu entnehmenden Daten $\alpha = 268.2°$, $\delta = +4.4°$; $\Delta\alpha\cos\delta = -0''59$, $\Delta\delta = +10''29$, $\Delta\varrho = -110$ *km/sec* und $\pi = 0''70$ findet man $\xi = -98.3$, $\eta = -3.5$, $\zeta = +70.8$ *km/sec* und daraus mit Benutzung einer Quadrattafel:

$$\underline{V = \sqrt{\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2} = 121 \text{ km/sec},}$$

Für den relativen Zielpunkt fand Graff $\alpha_0 = 6^h\,2^m$, $\delta_0 = +27.7°$.

Der größte Kreis durch beide Sternzielpunkte und den Sonnenapex 270°, +30° fällt so nahe in die Ebene des Stundenkreises $6^h - 18^h$, daß wir hier von Rektaszensionsunterschieden absehen wollen. Wir haben dann in dieser Ebene folgendes Geschwindigkeitsdreieck, das uns den Zusammenhang der absoluten und relativen Sternbewegung veranschaulicht: Der stumpfe Winkel



zwischen den Richtungen „Sternapex" und „Sonnenapex" beträgt

$$180° - (36 + 30) = 114°,$$

die beiden einschließenden Seiten 121 und 19.5 (Stern- bzw. Sonnengeschwindigkeit) sind uns ebenfalls gegeben, und es läßt sich also der spitze Winkel links oben berechnen und konstruieren. Man findet ihn = 8° in vollkommener Übereinstimmung mit dem Deklinationsunterschied $D - \delta_0 = 8.1°$ unseres Zielpunktes gegenüber dem Graffschen, eine Kontrolle für beide Resultate. Die Figur erläutert auch die in den Formeln auftretenden Konstanten 16.9 und 9.8 als Zerlegung der Sonnengeschwindigkeit von 19.5 *km/sec*.

ferner tang $(A - \alpha) = \frac{\eta}{\xi} = \frac{(-)}{(-)}$ 0.0356; $A - \alpha = 182.1°$, also $\underline{A = \quad 90.3°}$

$$\sin D = \frac{\zeta}{V} = +0.585 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \underline{D = +35.8°}$$

In der folgenden Tabelle sind die nach unseren Formeln gefundenen absoluten Bewegungen von *M*-Sternen nebst ihren absoluten Helligkeiten und Parallaxen zusammengestellt. Zuerst die einmit $V = 561$ bis 164 *km/sec*, je nachdem $\pi = 0.006$ bis $0.02''$ der Rechnung zu grunde gelegt wird; sein Typus ist *G* 4, m_0 aber — 4 bis — 1. Als letzten Zwergstern bringt die Tabelle den berühmten

Sternbezeichnung	m_0	V km/sec	A^0	D^0	π''
Groombridge 34	+ 5.5	33.5	101	+28	0.29
Lalande 21 185	+ 5.6	96	331	—63	0.41
Lalande 21258	+ 5.4	116	92	+38	0.20
Lacaille 9352	+ 4.7	109	61	+10	0.29
Barnards Stern	+ 8.6	121	90	+36	0.70
Cordoba Z. 243	+ 5.8	258	122	—58	0.32
o Ceti (Mira)	— 3	54	18	— 2	0.14
R Lyrae	—10.7	360	75	+41	0.001
	— 3.3	11	100	— 3	0.03
	— 1.5	8.5	120	—38	0.07
ϱ Persei	— 3.6	25.6	56	+42	0.04
	— 1.8	27.5	25	+57	0.09
	— 1.0	28.6	15	+59	0.13
α Herculis	— 2.3	16	67	+13	0.07
δ Virginis	— 7.8	436	101	— 7	0.005
	— 4.8	97	95	— 4	0.02
α Scorpii (Antares)	— 6.4	14	275	+30	0.03
α Orionis (Beteigeuze)	—10.6	33.5	170	+37	0.005
	— 6.7	15	130	+68	0.03
	— 5.2	14	107	+71	0.06

gangs erwähnten vier Zwergsterne vom Typus *Ma*, dann Barnards Stern, dessen Bewegung, wie man sieht, innerhalb der Unsicherheit derartiger Daten vollkommen mit der des Zwergsternes Lalande 21258 (Ort für 1900,0: $\alpha = 165.1°$, $\delta = +44.1°$) übereinstimmt. Die beiden am Himmel 96° voneinander abstehenden Schnelläufer bilden ein Paar ähnlich 40 o_2 Eridani und 6 H Cephei, zwei $108^1/_2°$ entfernte Sterne, die beide mit 130 *km/sec* nach dem Punkt 284°, — 41° zielen[1]).

Auch Groombridge 34 und Lacaille 9352 sind Richtungsverwandte von Barnards Stern, letzterer hat ähnliches *V*. Genauen Parallelismus zeigt der weit entfernte Schnelläufer Weisse XII^h, 69 Ausreißer Gould (Cord. Z.) 243 mit $V = 258$ *km/sec*, dann folgen die Giganten rötester Spektraltypen. Die Bewegungselemente der Mira Ceti (Typus *Md*) sind recht scharf und werden durch π-Annahmen zwischen 0.10 und 0.18 kaum beeinflußt, was leider, von R Lyrae nicht gilt. Unsere drei Lösungen für $\pi = 0.001''$ bis $0.07''$ veranschaulichen die Schwankung des Resultats, doch spricht die Tatsache, daß Riesensterne als die größeren Massen meist kleine Geschwindigkeiten zeigen, zu Gunsten der zweiten Lösung ($\pi = 0.03$). Der Zielpunkt fällt dann sehr nahe in jene beim Einhorn und Orion gelegene Gegend der Milchstraße, die als „Vertex" oder Zielpunkt der ersten Sternendrift im Weltall eine ganz fundamentale Rolle spielt. Weniger schädlich wirkt die π-Unsicherheit bei ϱ Persei, dessen *V* in den drei Lösungen wenig variiert und die Elemente von α Herculis sind recht vollkommen. δ Vir-

[1]) Vgl. mein Referat „Die Spezialbewegungen der auf Parallaxe untersuchten Sterne." A. N. 4782 (1915), S. 101 und 102 oben.

ginis, der vierte Gigant vom Typus *M b*, eilt mit jedenfalls abnormal großer Geschwindigkeit gegen den Vertex, bildet also ein Seitenstück zu dem rasenden Giganten Weisse XII^h, 69. Bei solchen Sternen mit negativ oder unmerklich gemessenem π ergibt unsere Elementenrechnung einen Minimalwert für π, da wohl *V*-Werte über 400 *km/sec* als unzulässig gelten müssen. Für Nebel und vielleicht auch für ganze Milchstraßen wäre nach neuesten Erfahrungen allerdings bis zur Größenordnung 1000 *km/sec* hinaufzugehen.

Von den absolut hellen *Ma*-Sternen haben β Andromedae und β Pegasi noch unbestimmbare Elemente. (Bei ersterem wird für $\pi = 0.005$, 0.06, 0.09 $m_0 = -9.1$, -3.7, -2.8; $V = 184$, 5, 9; *A* und *D* wegen zu großer Schwankung illusorisch. Bei β Pegasi für $\pi = 0.003$ bis 0.05 $m_0 = -10.0$ bis -3.9; $V = 363$ bis 27; $A = 91$ bis 0; $D = +34$ bis $+74$.) Durchaus gesichert erscheint dagegen die Bewegung von Antares und Beteigeuze (beide *Ma*), die den Beschluß unserer Zusammenstellung bilden. Der Gigantencharakter prägt sich in m_0 und *V* deutlich aus; α Scorpii ist seinem Ziele nach ein ferner Mitläufer unserer Sonne, α Orionis strebt, wenn π nicht viel kleiner als 0.03 ist, nach einer sonst wenig frequentierten Gegend des großen Bären an der Grenze des Sternbildes Giraffe, der auch die Nachbarsonne α Centauri mit 33 *km/sec* zueilt.

Diese wenigen Beispiele aus meiner Sammlung von 350 Totalbewegungen mögen erkennen lassen, wie einfach alle Gesetzmäßigkeiten zu beurteilen sind, wenn man sich auf Einzelfälle tatsächlich berechneter Geschwindigkeiten der Parallaxensterne stützen kann. Relativ wenig Sterne geben hier oft mehr Hinweise auf die wahren Beziehungen im Sternsystem als die auf Mittelwerten einer großen Zahl einseitiger Daten (z. B. nur Eigenbewegungen) fußenden statistischen Schlüsse. Bei den statistischen Methoden müssen abnorme Werte ausgeschlossen werden, die gerade das größte Interesse bieten. Schließlich eicht aber auch der Stellarstatistiker seinen Maßstab an den Parallaxensternen und das Auswahlprinzip dieses Materials bringt es einmal mit sich, daß dabei so viele Schnelläufer vorkommen.

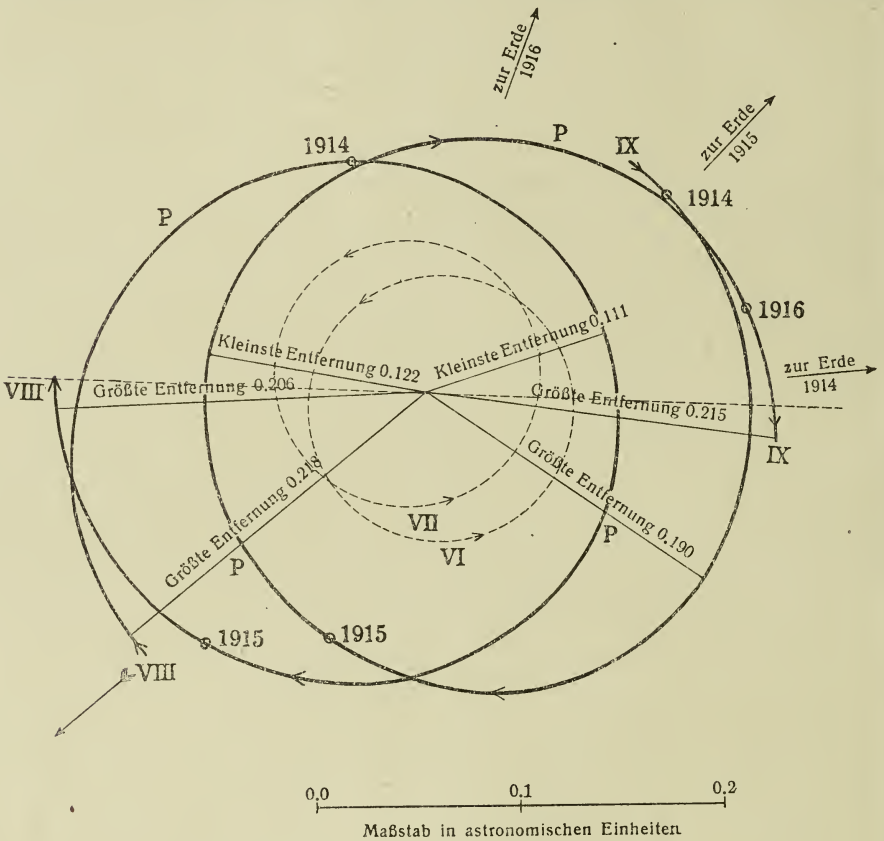
[11488

Rundschau.

Vom 9. Jupitermond. Nach der Entdeckung des neunten Jupitermondes durch Nicholson während der Jupiteropposition 1914 gelang gelegentlich der Opposition 1915 seine Wiederauffindung auf der Licksternwarte. Die aus beiden Erscheinungen abgeleitete Bahn gestattete für die Opposition 1916 ein leichteres Aufsuchen, so daß er auf vier Aufnahmen, die mit dem 60zölligen Reflektor der Mount Wilsonwarte gemacht waren, aufgefunden werden konnte. Die Beobachtungen dieser drei Oppositionen erlauben nun, ein gutes Bild der Haupteigenschaften der Bahn dieses Himmelskörpers zu geben. Diese können am besten an Hand beistehender Figur erläutert werden, die Nicholson in den Communications der Mount Wilson-Sonnenwarte Nr. 41 gibt. Das Bild zeigt die Projektion der Bahn auf eine Ebene, die 24° gegen die Ekliptik geneigt ist, und genähert den Erscheinungen 1914 und 1915 entspricht. Die punktierte Linie stellt die Schnittlinie mit der Ebene der Ekliptik dar. Da der Satellit sich retrograd bewegt, ergibt sich für die Bahnneigung $i = 156°$ und für die Länge des aufsteigenden Knotens $\Omega = 310°$. Zum Vergleich ist die Bahn des achten Trabanten, in dieselbe Ebene projiziert,

mitgegeben. Die Bahnen sind gegeneinander um etwa 10° geneigt. Die Punkte *P* zeigen die Stellen an, an denen die Monde die Zeichenebene nach oben bzw. unten passieren. Die mit 1914, 1915 und 1916 markierten Bahnpunkte zeigen die Örter der Satelliten während der Jupiteropposition der betreffenden Jahre

tion in die Zeichenebene, hinzugefügt. Die durch die Sonne auf die beiden äußersten Monde ausgeübten Störungen sind sehr beträchtlich. Ihre Bahnen sind daher nicht einmal näherungsweise Ellipsen. Die bisher vorliegenden Beobachtungen gestatten nicht, mehr über die mittleren Elemente des neunten



(Der Pfeil links unten zeigt zum Frühlingspunkt.)

an. Für dieselben Zeiten geben die Pfeile die jeweilige Richtung zur Erde. Die Zeichnung erklärt so sehr anschaulich, daß der neunte Mond bei seiner Entdeckung 1914 in unmittelbarer Nähe des achten aufgefunden wurde. Zur Abschätzung der Größenverhältnisse sind noch die Bahnen des sechsten und siebenten Mondes, jedoch ohne Projek-

Mondes auszusagen. Es sei nur noch hinzugefügt, daß die mittlere Umlaufszeit etwa 745 Tage betragen dürfte und die Exzentrizität etwas kleiner als die des achten Satelliten (etwa $^1/_3$) zu sein scheint. Die Helligkeit in mittlerer Opposition wurde von Shapley zu 18.6^m angegeben, woraus sich unter Annahme plausibler Werte für Albedo

und Farbenindex ein Durchmesser von etwa 25 *km* ergäbe. Vom Jupiter aus gesehen, würde er als „Vollmond" je nach seiner Entfernung als Stern 11. oder 12. Größe leuchten. P. H. [1179

Saturn in der Opposition 1920. Es konnten neun gute Bestimmungen der Helligkeit des Planeten vor der Opposition, davon sieben in dem Phasenintervall — 1.53° bis — 0.34°, und ebensoviele nach der Opposition, davon drei in dem Phasenintervall + 0.25° bis + 1.26°, erhalten werden, durch die der Verlauf der Helligkeit in unmittelbarer Nähe der Opposition hinreichend festgelegt wird. Der Einfluß der von der Theorie Seeligers geforderten Aufhellung des Ringes nahe der Opposition war trotz der Kleinheit der Ringöffnung noch recht merklich. Die Helligkeit war bei der Phase 0.25° schätzungsweise um 0.07^{M} größer, als sie sich mit einem konstanten Phasenkoeffizienten aus den Bestimmungen bei den größeren Phasenwinkeln ergibt. Die Aufhellung des Ringes erstreckte sich diesmal mindestens von der Phase — 1.25° bis + 1.25°, während sie in der Opposition 1918, bei beträchtlich größerer Ringöffnung, nur in einem etwa halb so großen Phasenintervall merklich war. Sehr auffallend war die Asymmetrie der Phasenhelligkeitskurve in bezug auf die Achse der Phase 0°. Aus dem nahezu linear verlaufenden Teil der Phasenhelligkeitskurve abgeleitet, ergibt sich der Phasenkoeffizient vor der Opposition — für den Westrand des Planeten — zu 0.024^{M}, nach der Opposition — für den Ostrand — zu 0.036^{M}. In der Opposition 1919 war diese Asymmetrie ebenfalls vorhanden; die Werte des Phasenkoeffizienten betrugen bzw. 0.025^{M} und 0.038^{M}. Auch bei Jupiter ist diese Verschiedenheit des Phasenkoeffizienten im gleichen Sinne angedeutet. Sie rührt wohl von einer physikalischen Verschiedenheit des Ost- und Westrandes der Planeten her, von denen der eine einen halben Planetentag lang der Sonnenstrahlung ausgesetzt war, der andere dagegen aus der Nachtseite hervorkommt. [1204] Guthnick.

Symmetrieaxen von Sternhaufen. In Vol. 3, S. 96—101, 1917 der Proceedings of the National Academy of Sciences untersuchen F. G. Pease und H. Shapley die Symmetrieaxen von Sternhaufen. Dazu wurde die Fläche der Sternhaufen durch eine Reihe konzentrischer Kreise in einzelne Ringe von z. B. 2′ Breite eingeteilt und das Ganze in zwölf Sektoren zerlegt. Bei dem Sternhaufen M 13, der sich naturgemäß besonders eignet, konnten verschiedene Aufnahmen von 6, 22, $37^{1}/_{2}$, 94 und 300^{m} Dauer der Exposition verwendet werden. Die Aufnahme mit 94^{m} liefert das übersichtlichste Ergebnis. Es sind deutlich zwei Maxima und zwei Minima der Sternhäufigkeit zu unterscheiden. Augenscheinlich entspricht der Positionswinkel der beiden Richtungen der größten Sternhäufigkeit mit einiger Annäherung der Schnittlinie der „Hauptebene" des Sternhaufens mit der Sphäre. Für M 13, den großen Sternhaufen im Herkules, findet sich etwa der Positionswinkel 105°, was einer Parallele zum Verlauf der Milchstraße entsprechen würde. Die zitierte Abhandlung zählt die Positionswinkel willkürlich anders, was leicht zu Irrtümern Anlaß geben kann. M 2, M 15 und N. G. C. 5024 zeigen in der graphischen Darstellung nur je ein Maximum bzw. Minimum, was einer elliptischen Form der Verteilung der Sterne entsprechen dürfte. Erst die harmonische Analyse der mitgeteilten Abzählungsergebnisse wird hier klarer sehen lassen. Kr. [1188

Mit der **räumlichen Verteilung der Neuen Sterne** haben sich C. Luplau Janssen und G. Haark beschäftigt, und zwar benutzten sie 33 dieser Objekte, die uns seit dem Jahre 1572 bekannt geworden sind, und für die sichere Bestimmungen der Positionen

und Helligkeiten vorliegen. Werden die rechtwinkligen galaktischen Koordinaten abgeleitet und projiziert man das System der Neuen Sterne auf die drei Ebenen, so zeigt sich eine Verteilung, die auffallende Ähnlichkeit mit der der *O*-Sterne besitzt. Auch der geometrische Schwerpunkt des Systems kommt in naher Übereinstimmung mit dem der *O*-Sterne heraus. Für den Parameter wird im Mittel aus zwei Methoden 4.33 Siriometer gefunden, was einer Parallaxe von 0.048″ entspricht. Die von Bergstrand für die Nova Persei direkt gemessene Parallaxe ist 0.03″, so daß man vermuten kann, daß die bei der vorliegenden Untersuchung gemachten vereinfachten Annahmen nicht ganz falsch sein können. [1205]

Farbenbestimmung der Fixsterne. Da die mit dem Auge festgestellte (visuelle) Helligkeit eines Sternes in der Hauptsache von der Intensität des gelben Lichtes seines Spektrums herrührt, seine photographische Helligkeit jedoch hauptsächlich vom violetten und ultravioletten Spektralgebiet bestimmt wird, kann man neben den direkten visuellen Farbenschätzungen auch den Unterschied zwischen der visuellen und photographischen Größenklasse, den sogenannten Farbenindex, als Kennzeichen für die Farbe und damit wieder in gewisser Hinsicht für das Spektrum des betreffenden Gestirns benutzen. Die direkte Beobachtung kann nun wieder durch photographische Aufnahmen mit Hilfe eines Gelbfilters ersetzt werden, wodurch Fehler, die durch verschiedene Auffassung der Beobachter entstehen können, ausgeschaltet werden. An der Mount-Wilson-Sonnenwarte ist neuerdings dies Verfahren von H. Seares angewendet worden, das zu sehr befriedigenden Ergebnissen geführt hat. Es wurde dabei aus dem Verhältnis der Belichtungszeiten, die mit bzw. ohne Filter ein Bild von der gleichen Schwärzung geben, auf den Farbenindex geschlossen. Voraussetzung dabei ist, daß man aus Sternen, deren Farbenindex gut bekannt ist, eine Beziehung zwischen ihm und dem oben erwähnten Belichtungsverhältnis abgeleitet hat, so daß man aus der Kurve mit dem Argument Belichtungsverhältnis sofort den zugehörigen Farbenindex ablesen kann. Es liegt auf der Hand, daß bei diesem Verfahren in unverhältnismäßig kurzer Zeit ein großes Material geschaffen werden kann. Im Grunde dieselbe Methode wird in letzter Zeit von Prof. Guthnick auf der Sternwarte Babelsberg angewandt. Nur setzt er an Stelle der photographischen Platte die viel empfindlichere lichtelektrische Zelle. Auf der einen Seite geht dadurch zwar der Vorteil verloren in kurzer Zeit sehr viel Beobachtungsmaterial zu schaffen, dafür sind aber die erreichten Resultate von ungleich höherer Genauigkeit.

P. H. [1177

Nordisk Astronomisk Tidskrift. Nr. 2 dieser neuen Zeitschrift bringt zunächst einen schwedischen Beitrag von Östen Bergstrand über die Ausdehnung des Weltalls, in dem hauptsächlich über die Untersuchungen von Shapley und Lundmark berichtet wird. Die Abstände der Spiralnebel von Millionen Lichtjahren werden als zu groß für die Annahmen der Einsteinschen Theorie angesehen. Es folgt ein Beitrag von Elis Strömgren auf Dänisch über den Ursprung der Kometen, der auf den Umstand hinweist, daß alle bisher bekannten Haarsterne dem Sonnensystem angehören und daß die hyperbolische Bahnform durch planetarische Störungen hervorgerufen werde. Mehr populär gehalten sind die Ausführungen von Brochmann über die Mondnamen. [1207] Kr.

Zu Tafel VIII. Die hier wiedergegebenen Jupiterzeichnungen sind von Herrn Pfarrerexpositus J. Eglmeier, Hüttenkofen, an einem 25 *cm*-Merzspiegel, der meist auf 20 *cm* abgeblen-

det war, bei 230facher Vergrößerung hergestellt. Es sei besonders darauf aufmerksam gemacht, daß die schwarzen Flecken nicht etwa Trabantenschatten sind. Bemerkenswert ist Februar 29 die eintönige Blässe des nördlichen Teiles der Nordhalbkugel vom NTrB an.

Vermischte Beobachtungsnachrichten.

Am 20. Juni, $10^h\,4.5^m$ M. E. Z. — die Zeitangabe ist auf einige Zehntel Minuten zuverlässig — beobachtete ich ein außergewöhnlich helles und langsam ziehendes Meteor. Es erschien von meinem Beobachtungsort ($\varphi = 48°\,43'\,44''$, $\lambda = 37^m\,21.7^s$ ö. Gr.) 4° bis 5° südlich Spica, flog mit leichter Neigung gegen den Horizont zwischen Regulus und Mond hindurch und verschwand rechts unterhalb Jupiter in etwa $\alpha = 9^h\,10^m$, $\delta = +\,15°$ hinter einem horizontalen, 1.5° breiten Wolkenband, unterhalb dessen es jedoch nicht mehr auftauchte. Die beobachtete Flugdauer dürfte reichlich 5^s betragen haben. Die Helligkeit war ein mehrfaches von Mars oder Jupiter, die Farbe intensiv rot, röter als der bereits tief stehende Mond; eine Schweifbildung von etwa $^1/_2°$ konnte deutlich beobachtet werden.

[1213] Anton Staus.

In den Monaten Februar und März dieses Jahres konnte ich öfters das Zodiakallicht am Abendhimmel wahrnehmen. Die erste Beobachtung machte ich Februar 14 gegen $7^h\,15^m$. Das Zodiakallicht reichte an diesem Abend nicht ganz bis zu den Plejaden. Am nächsten Abende ließ es sich gegen 7^h nur bis zum Aries verfolgen. Februar 16 lag das Ende des Kegels gegen $7^h\,10^m$ zwischen den Plejaden und dem Aries. Seine Helligkeit war an diesen drei Abenden etwa gleich $^1/_3$ von der der Milchstraße in der Cassiopeia. Februar 17 $7^h\,10^m$ war das Zodiakallicht doppelt so hell wie an den vergangenen Abenden. Trotzdem konnte es nur bis zum Aries verfolgt werden. Am 18. um dieselbe Zeit wie am 17. reichte es bis zu den Plejaden. Es war ebenso hell wie am 17. Nur halb so hell wie an diesen beiden Tagen war es am 19. Februar $7^h\,10^m$. Es reichte an diesem Tage auch nur bis zum Aries. M. E. wurde die Dunkelheit des Zodiakallichtes an diesem Abende durch atmosphärische Einflüsse (Dunst) hervorgerufen, nicht durch einen Lichtwechsel des Zodiakallichtes selbst. Infolge des Mondscheins konnte das Zodiakallicht dann in diesem Monate nicht mehr wahrgenommen werden.

Im März wurde das Zodiakallicht zunächst am 6. beobachtet. Um $7^h\,30^m$ war es etwa halb so hell wie die Milchstraße in der Cassiopeia. Es endete an diesem Tage in den Plejaden. Außerordentlich hell schien das Zodiakallicht März 19. Um $7^h\,30^m$ reichte es bis in die Nähe der Hyaden. Die Sonne wies an diesem Tage eine große Anzahl Flecken auf. An weiteren Beobachtungen hinderte auch in diesem Monate der Mondschein.

1186] Bernhard Haurwitz.

Meinungsaustausch.

Über die Gestaltung der Mondoberfläche werden neuerdings Meinungen laut, und es ist erfreulich, daß der Gegenstand Anregungen gibt zur Betrachtung des Mondes überhaupt. Diese zunächst bildet zurzeit noch den Schwerpunkt der Bestrebungen der Fernrohrbesitzer, und die Mitglieder der Mondgruppe werden mir recht geben, daß schon sie allein eine sehr schwere Sache ist. Nun

wird gewöhnlich der Fehler gemacht, daß man, von gewissen Formen verleitet, die Frage der Entstehung der Oberflächengebilde insgesamt zu ergründen versucht, ohne daß dabei gewisse andere, ebenso wichtige Bildungen berücksichtigt werden. Da es mir von einigen Seiten nahegelegt wird, mich ebenfalls zu äußern, so möchte ich das in einer Form tun, die allen Beobachtern von großem Nutzen sein wird. Ich will einmal einige Punkte unterstreichen, die in jeder Hinsicht auf lange hinaus Aufgaben bleiben werden.

Daß die erdrückende Überzahl der Monderhebungen rund ist, gibt dem Monde unbestritten sein Gepräge; daß aber unterhalb dieser Gestaltungen, zeitlich wohl vorangängig, andere Grundlagen bestehen, deren Urwüchsigkeit nicht allzu schwer einzusehen ist, das wird gewöhnlich ganz übersehen. Hierüber darf man ruhig sagen, der Mond habe eine klare Doppelnatur. Das Grobe gehört einem Altertum an, wie z. B. die Gebirgstafeln im Süden und die Schollen, als welche die sog. „Gebirge" (Apennin, Alpen, Hämus) anzusehen sind; ebenso können alle großen Ebenen (Mareflächen) hierhergezählt werden, wenn man sie nicht in die Übergangszeit verlegen will. Das Feinziselierte ist alles neu, also sämtliche Rundformen und Rillen, sogar das Geschiebe (Trümmerfelder), das als „Alpenberge", Apenninen„gebirge" usw. bezeichnet wird.

Hat man sich einmal am Okular von der Wesenheit dieser Zustände überzeugt, dann kann man einen Schritt näher herangehen. Es sei hier an die Tatsache erinnert, daß die Urscholle „Alpen" in zwei Teile zerborsten ist (Alpental!) und daß auch die Apenninenplatte genau so bersten wollte, denn der Bruch ist da, die starke Rille zwischen 1° und 2° w. L. und 18° und 20° Nordbreite. Ferner möge man die SW-Adern im Mare Humorum und die parallelen Hippalusrillen einmal einer besonderen Beobachtung und Betrachtungsweise würdigen. Endlich prüfe man genau das wirre Trümmerfeld zwischen Alexander-Calippus und Posidonius. Es wird genügen, nur diese drei Richtungen der überlegenden Verarbeitung zu pflegen, und man kommt weit ab von allen Vorstellungen über die Bildungsweise der Mondschale, die man bis jetzt so häufig lesen konnte.

Aber es gibt noch schönere Wegweiser in die Mondgeheimnisse. Es sei kurz auf vier Kräfteäußerungen hingewiesen, die schon mäßig großen Fernrohren zugänglich sind. Sie betreffen Umgestaltungen des alten Mondbodens und sind ursächlich unmittelbar zusammenhängend und wohl auch genau gleichalterig, nämlich gewisse Rillen und Bergadern.

1. Zwischen Rheita und Metius im SW-Quadranten liegt eine Folge von „Kraterkesseln", die sich durch mehr als 20° größten Kreises gegen SW erstreckt und das „Alpental" an gewaltiger Größe mehrfach übertrifft. Es ist eine riesige Grabenbruchlinie mit Ausgestaltung zu Rundkesseln, wie sie im ganz kleinen Maße bei der Hyginusrille vorkommen. — 2. Vom SO-Rande des Abulfeda streicht eine Bruchlinie zum NW-Rande des Almanon, dann in Gestalt einer Kraterkette zum großen südlichen Bergausläufer von Tacitus aus; von hier ab zum S-Rand des Kraters Katharina A und jenseits etwa vom SW-Wall dieses A aus nochmals 35 km weit ins Bergland von c hinein ist der Bruch gleich einem Gebirgsgrat ausgebildet. Dort also Kraterrille und Kraterfolge, hier scharfer Grat. — 3. Den Westen des Mare serenitatis durchzieht in Schlangenlinie eine mächtige Bergader von Plinius her bis gegen Posidonius *b*. Bei γ, wo ein glänzender Krater auf dem Kamme liegt, zweigt ein Gabelast nach NO ab, verschwindet dann fast, um sich bald nachher mit

einer verwandten Ader zu vereinigen. Diese letztere stößt auf die Scholle mit dem Kleingetrümmer westl. von Alexander; quer zum Schollenrande aber setzt sich die Ader als starkes Tal bis mitten in die Berge hinein fort. Also wiederum Zusammenhang zwischen Ader und Talform in einem einzigen Zuge. Mindestens zwei oder gar drei Bruchlinien, teilweise in Hochformen übergehend, kommen vom Posidonius her ebenfalls in das Trümmerfeld herein. — 4. Um Bürg herum breitet sich der Lacus mortis aus, und dieser wird vom Bürg NO aus von einer starken, gegen SO streichenden Rille halbiert, die merkwürdigerweise auf Mädlers Karte fehlt. Daß dieser Bruch jenseits der Ebene, also im Hochufer des Lacus, als starker, scharfer Grat weiterzieht, erkennt man weder bei Mädler noch bei Schmidt, obwohl der Bergzug da ist. Wiederum also Rille und Grat über dem gleichen alten Schollenbruch.

Diese vier Beispiele mögen genügen, obwohl es viel mehr solche gibt, sogar fast inmitten der Mondscheibe. Daß ich gerade sie herangezogen habe, geschah mit gutem Grunde. Der Mondforscher kann aus ihnen viel lernen, wenn er sie am Fernrohre untersucht. Er muß sich nur sehr hüten, die geologischen Erfahrungen zu unsern Füßen mechanisch auf den Mond übertragen zu wollen. Das wäre ein neuer Fehler, der in die Irre führte. — Ich will bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen zu erwähnen, daß der im Sirius jüngst herbeigezogene Vergleich mit dem „Pfahl" in der Oberpfalz ganz wohl hierher paßt, aber auch nur hierher, denn die Tychostreifen sind etwas so sehr anders Geartetes, daß sich darüber kaum ein Wort verlieren läßt. Am Monde kann nur urteilen, wer den Gegenstand vom Fernrohre her genau kennt. Selenologie ist noch schwieriger als Selenographie.

[1192] Ph. Fauth.

Wir werden mit Bezug auf den Aufsatz des Herrn Prof. Bohlin (Sirius 1918) in dankenswerter Weise darauf aufmerksam gemacht, daß das „rosafarbige Band um die Sonnenscheibe" nicht erst 1851 sondern schon 1706 von Stannyan und 1715 von Halley und Louville gesehen wurde.

Bücherschau.

Selbstherstellung eines Spiegelteleskops. Von Prof. Dr. A. Miethe. Mit 1 Titelbild und 24 Abb. im Text. Preis geh. ℳ 4.80, geb. ℳ 7.50. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Prof. Dr. A. Miethe, der Leiter der photographischen Sternwarte der Technischen Hochschule in Berlin, der, wie er selbst sagt, „früher mit jugendlicher Begeisterung und bescheidensten Werkzeugen den Himmel durchmustert und sich seine Geräte mit denkbar beschränktesten Mitteln selbst hergestellt hatte", gibt hier eine leichtfaßliche Anleitung. Zur Herstellung sind allerdings Fleiß und eine gewisse Geschicklichkeit Vorbedingung. Die fünf hellsten Monde des Saturn, seine Ringteilung, die Streifensysteme auf dem Jupiter usw. werden zugänglich. Für den Anfänger besonders beherzigenswert ist das Schlußkapitel mit einigen Winken für praktische Beobachtungen. [1187] Kr.

C. F. Roth-Seefried, Die Geisteskartothek. 48 S. Komm.-Verl. H. Lukaschik, München. Preis geh. ℳ 2.— plus Zuschl.

Die kleine Schrift verdiente von vielen gelesen zu werden, da gerade in der wissenschaftlichen Arbeit manche gute Idee infolge unsystematischer Anlage der Vorbereitungen nur unvollständig zur Auswirkung gelangt. Besonders für wissenschaftliche Schriftsteller zu beherzigen. [1201] Kr.

Astrophysik. Die Beschaffenheit der Himmelskörper. Von Prof. W. F. Wislicenus. Neubearbeitet von Prof. Dr. H. Ludendorff. Vierte Auflage. Mit 14 Abbildungen. (Sammlung Goeschen Nr. 91). Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin W 10 und Leipzig. Preis ℳ 1.60 und 50% Verlegerteuerungs-Zuschlag.

Der gegenwärtigen Entwicklung der astrophysikalischen Wissenschaft entsprechend hat namentlich das Kapitel „Die Fix-

sterne und Nebelflecke" eine bedeutende Umgestaltung und Erweiterung erfahren. So wird beispielsweise der Unterschied zwischen Riesen- und Zwergsternen und die neue, darauf fußende Entwicklungstheorie der Fixsterne ausführlich erörtert. Ebenso werden auch die neuesten Ergebnisse über die Spiralnebel mitgeteilt. Überhaupt ist der zeitige Stand der Forschung in allen Abschnitten gebührend berücksichtigt, so daß man eine gute Übersicht über unsere Kenntnisse auf dem Gebiete der Astrophysik gewinnt. Wir können das Büchlein jedem Freunde der Himmelskunde nur warm empfehlen. [1194]

Luft- und Meeresströmungen. Von Prof. Dr. Franz Schulze, Direktor der Seefahrtschule in Lübeck. Mit 27 Abbildungen und Tafeln. Zweite, verbesserte Auflage. (Sammlung Göschen Nr. 551.) Vereinigung wissenschaftlicher Verleger Walter de Gruyter & Co., Berlin W 10 und Leipzig. Preis ℳ 1.60 und 50% VerlegerteuerungsZuschlag.

Das kleine Werk hat trotz der Kriegsjahre seine Leser gefunden, so daß eine zweite Auflage nötig wurde, die mit den neuesten Forschungsergebnissen der maritimen Meteorologie und Ozeanographie ausgestattet ist. Zunächst werden Barometer und Thermometer der verschiedensten Art behandelt und durch Abbildungen erläutert. Die Windverteilung wird an Hand guter Figuren und unter Zuhilfenahme guter Karten auseinandergesetzt. Verfasser geht dann auf die Passatwinde, Monsune und lokale Winde von allerlei Art ein, um dann zu den Wirbelstürmen der Tropen und zum Manövrieren in diesen überzugehen. Im zweiten Teil werden Meeresströmungen beschrieben und die Methoden dargelegt, durch welche man sie ermittelt. Das Büchlein ist gewiß geeignet, Interesse für die See und die mit ihr zusammenhängenden Berufe zu wecken. [1193]

Angelegenheiten der Ingedelia.

Wir haben die angenehme Pflicht, unsere Leser davon zu benachrichtigen, daß die Berliner Ortsgruppe der Ingedelia inzwischen die nachgesuchte Vollmacht erhalten hat und jetzt berechtigt ist, korporativ aufzutreten und sich durch ihren Leiter vertreten zu lassen. Als derzeitiger Gruppenleiter wurde Herr Kurd Kißhauer und als sein Stellvertreter Herr F. Lefeber vom Vorstand bestätigt.

Zur Rehabilitation des Herrn Kurd Kißhauer bestätigen wir überdies gern, daß gerade seine Bemühungen für die von ihm geleitete Gruppe bei seiner zeitraubenden beruflichen Tätigkeit die übrigen Mitglieder der Ingedelia nicht mehr so weitgehend zu ihrem Rechte kommen ließ, wie das im Interesse der Allgemeinheit als wünschenswert bezeichnet werden mußte, so daß wir die Seite 128 bereits veröffentlichte Arbeitsteilung vornehmen zu müssen glaubten.

Die Berliner Ortsgruppe veranstaltet ihre Vorträge in der Berliner Übungssternwarte der Universität, Invalidenstr. 57—63, und zwar jeden ersten Mittwoch im Monat von $6^h 45^m$ bis $8^h 30^m$. Zur Portoersparnis teilen wir hier die beiden nächsten Themen mit

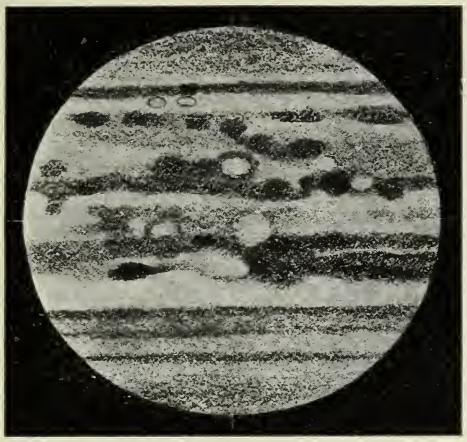
August 4. O. F. Ziems: „Wie kann der Liebhaberastronom die drahtlosen Zeitsignale verwerten?

Septbr. 1. Dr. H. H. Kritzinger: Die neuesten Versuche zur Entfernungsbestimmung der Sternhaufen und Spiralnebel.

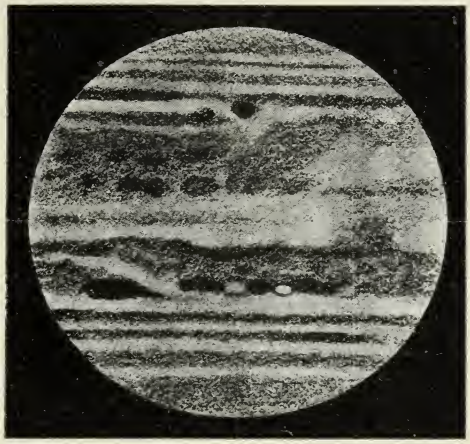
Eventuelle Änderungen des Programms können kurz vor dem Vortragstage telephonisch bei Herrn G. v. Stempell (Wilh. 7195) erfragt werden, der auch sonst Auskünfte über die Ingedelia im allgemeinen erteilt. Spezielle Anfragen, die Ortsgruppe Berlin betreffend, bitten wir nunmehr an Herrn Kurd Kißhauer, Berlin N 39, Fennstraße 32 I zu richten.

Im Auftrage des Vorstandes:
Dr. H. H. Kritzinger, Vorsitzender.

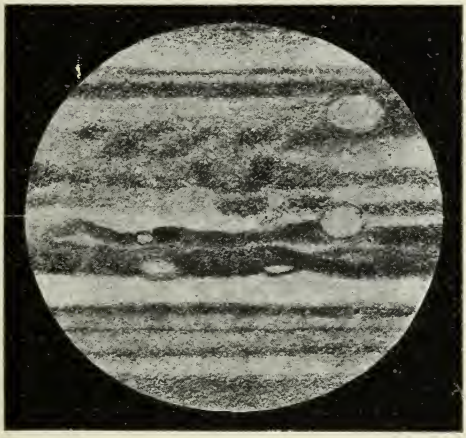
Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40636
Schriftleitung: Paul Hügeler Berlin SO 33 Schlesischestr. 21



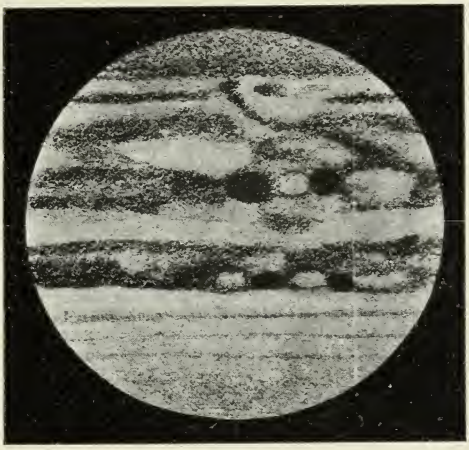
1920 Februar 18 9^h MEZ. λ = ca. 43°.



1920 März 26 6^h 50^m MEZ. λ = ca. 126°.



1920 Februar 17 8^h 10^m MEZ. λ = ca. 223°.



1920 Februar 29 9^h 5^m MEZ. λ = ca. ca. 260°.

Jupiterzeichnungen von Herrn J. Eglmeier.

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger** herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

September 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.

Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Die ersten Ausgrabungen der Ulugh-Bek-Sternwarte in Samarkand. Von Prof. Dr. K. Graff, Sternwarte Bergedorf. (Mit 4 Abb.) S. 169. — Die zweite ordentliche Generalversammlung der Ingedelia am 21. April 1920 in der Urania-Sternwarte zu Berlin. S. 173. — Die nächsten Konjunktionen von Jupiter und Saturn. Von Dr. H. H. Kritzinger. S. 181. — Die totale Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919. (Hierzu Tafel IX.) S. 183. — Meteorbeobachtungen in den Jahren 1918 und 1919. S. 183. — Sonderbare astronomische Lesefrüchte. S. 185. — Rundschau. S. 187. — Bücherschau. S. 188. — Ingedelia. S. 188.

Die ersten Ausgrabungen der Ulugh-Bek-Sternwarte in Samarkand.

Von Prof. Dr. **K. Graff**, Sternwarte Bergedorf. (Mit 4 Abb.)

Durch die Weltereignisse der letzten Jahre ist über eine wichtige historische Entdeckung, die Freilegung der Ulugh-Bek-Sternwarte in Samarkand im Jahre 1909, sehr wenig bekannt geworden. In der russischen Literatur habe ich nur zwei Notizen darüber gefunden, die eine in den „Denkschriften (Sapiski)" des russischen Generalstabes 1910, die andere in den „Mitteilungen der russischen astronomischen Gesellschaft" (Band 15, 1909). Diese letztere hat neben eigenen Erinnerungen[1]) und dem, was man in Sédillots „Prolegomènes des Tables astronomiques d'Ouloug-Beg" nachlesen kann, als Quelle für die folgenden Mitteilungen gedient.

Als ich selbst nach der Sonnenfinsternis am 14. Januar 1907 in Samarkand weilte, war gerade der Ort der ehemaligen Sternwarte des berühmten Astronomen festgestellt worden, und so folgte ich mit größter Freude der Einladung zweier Fachkollegen, der Astronomen Hanski und Stefanik, um trotz der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit gemeinsam die denkwürdige Stätte zu besuchen. Als wir jedoch nach dem etwa eine Stunde nordöstlich von Samarkand entfernten Platze kamen, wurde uns der Eintritt in die betreffenden Gartenanlagen, die einer geistlichen mohammedanischen Stiftung (Wakuf) angehören, rundweg verweigert mit der Begründung, daß nach einer Besichtigung der Ruinen diese dann auch sicher von der russischen Regierung beschlagnahmt würden. Alle Versuche, die inzwischen zusammengeströmte Sartenschar durch den Dolmetscher von der Grundlosigkeit dieser Ansicht zu überzeugen, waren vergeblich; wir erfuhren schließlich nur, daß an der Stelle der alten Sternwarte noch Spuren einer riesigen Brunnenanlage vorhanden seien, und mußten wohl oder übel unverrichteter Sache heimfahren.

[1]) S. Himmel und Erde, Bd. 20, S. 337 ff.

Inzwischen sind die Schwierigkeiten durch das russische Gouvernement in Samarkand behoben worden. Ein Teil der Sternwarte wurde unter Leitung des Gouvernementsbeamten Wjatkin, der überhaupt erst auf Grund von An-

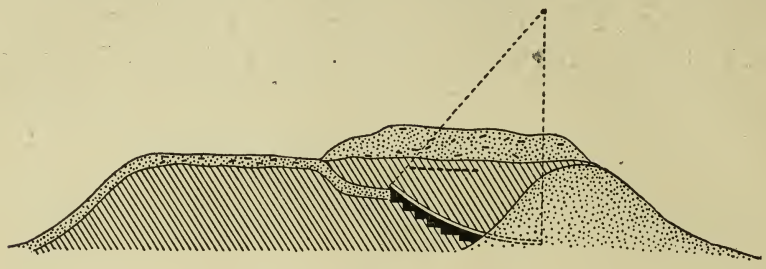


Abb. 1. Schnitt durch den Schaar-Schaary-Hügel, den Ort der Ulugh-Bek-Sternwarte.

deutungen in einer alten Urkunde die Lage der Sternwarte mit Sicherheit festgestellt hatte, freigelegt, und der bekannte Astronom der Taschkenter Sternwarte Ossipoff konnte die ersten, allerdings zunächst noch sehr rohen Vermessungen an Ort und Stelle ausführen.

Das einstige Observatorium lag auf einem flachen Felsenhügel (Abb. 1), der Schaar-Schaary genannt wird. Er hat eine Höhe von 15 bis 17 *m* über der Umgebung und ist ein natürliches Gebilde. Sein Durchmesser umfaßt oben 70 bis 90 *m*.

Die Ausgrabungen stellten zunächst fest, daß der Hügel auf seinem Gipfel die Fundamente einer aus Backstein errichteten runden Wand (Abb. 2) trägt, die wahrscheinlich einem riesigen Turm von etwa 45 *m* Durchmesser angehört hat. An der inneren Wand des Turmes waren offenbar einzelne Kammern, die als Wohn- oder Arbeitsräume dienten, untergebracht. In einer derselben wurden z. B. noch Spuren einer Küche (Kohlen, Asche usw.) vorgefunden. Die Fundamente des Turmes sind stark beschädigt und können erst allmählich ausgegraben werden.

In der Richtung des Meridians (jedoch, wie es scheint, nicht absolut genau) ist von der Mitte des Hügels aus ein nahe senkrechter Einschnitt von etwa $2^1/_2$ *m* Breite in den Felsen gehauen. Auf dem Grunde dieser Rinne liegt der Kreislimbus, zwei niedrige parallele Bögen aus Ziegelsteinen, deren Oberfläche mit Marmor belegt ist. Die beiden Bögen haben die gleiche Höhe und sind derartig gekrümmt, daß sie einem Kreise

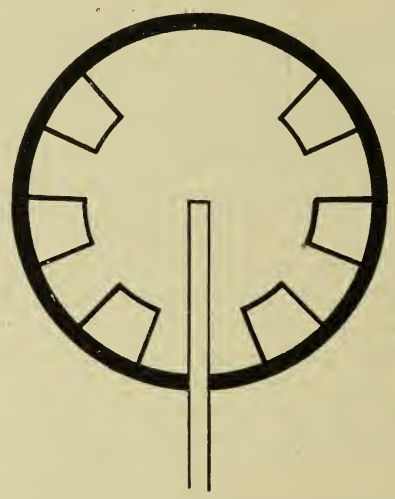


Abb. 2. Turm-Fundament der Ulugh-Bek-Sternwarte.

von rund 40 *m* (genauer 40.1 *m*) Radius angehören. Auf beiden Kreisbögen (Abb. 3), d. h. auf den erwähnten Marmorplatten, läuft der Länge nach je eine schmale Rinne. Quer dazu sind in Abständen von 70 *cm* etwas tiefere Striche

angebracht, die genau den einzelnen Graden der Sexagesimalteilung entsprechen. An den Enden dieser Querstriche befinden sich zwei runde Vertiefungen, in die offenbar Metallstifte hineinpaßten. Es ist wahrscheinlich, daß in den Längsrinnen des Doppelkreises irgendeine schlittenartige mit einem Diopter versehene Vorrichtung hin und her bewegt werden konnte, die nach einer Verschiebung um genau einen Grad mit solchen Stiften in die beiden Teilstrichöffnungen einschnappte. Wie diese Vorrichtung sonst ausgesehen haben mag, läßt sich schwer sagen; an Ort und Stelle wurde wenigstens außer einem Messingstift nichts weiter vorgefunden.

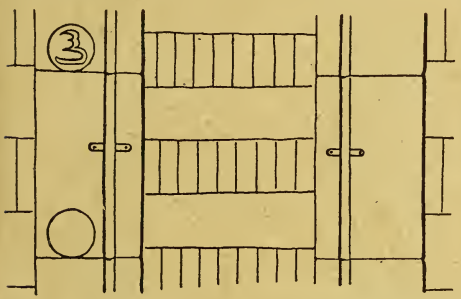


Abb. 3. Teil des Kreislimbus der Ulugh-Bek-Sternwarte.

In der Mitte zwischen je zwei Teilstrichenden des westlichen Bogens finden sich flache runde Einschnitte, in denen sehr deutlich und sauber die arabischen Buchstabenziffern eingemeißelt sind, die von oben nach unten zunehmen. Die oberste erhaltene Ziffer ist 56, die tiefste bis jetzt ausgegrabene 73. Durch entsprechende Messungen konnte festgestellt werden, daß die Teilungen tatsächlich Gradlängen darstellen und den Gestirnshöhen entsprechen (wobei natürlich in Betracht zu ziehen ist, daß die Lage der Platten im Laufe der Zeit sich ein wenig geändert haben mag), ferner daß der Teilstrich, der einer bestimmten Teilungsziffer entspricht, einen halben Grad tiefer liegt.

In der Mitte zwischen den beiden Kreisbögen führt eine schmale Treppe aus Backstein, auf der wahrscheinlich der Beobachter stand. Auch zu beiden Seiten sind Treppen mit merklich höheren Stufen angebracht; vermutlich waren sie für die Gehilfen bestimmt, die das fahrbare Diopter weiterschoben und es in der erforderlichen Lage festsetzten.

Betreffs der Gestalt des Rieseninstrumentes ist es schwer zu entscheiden, ob dieses ein Quadrant oder Oktant war oder einen anderen Teil des vollen Kreisumfanges betrug. Nach der Ansicht von Wjatkin bestand das Ganze wahrscheinlich aus einem von 0 bis 90° geteilten Quadranten, der oberhalb des Erdbodens durch eine Strebemauer gestützt wurde. Für diese Ansicht würde der Umstand sprechen, daß an der Stelle, wo diese Mauer einst gestanden haben mag, sich ein großer Haufen von Ziegelsteintrümmern vorfand.

Auch die Frage taucht auf, wie wohl die Höhe der nördlichen Gestirne beobachtet wurde, wenn nur der vierte Teil eines Kreisbogens existierte. Alles hängt indessen von der Einrichtung des Diopters ab. Vielleicht war es so gebaut, daß den Zielpunkt die Spitze eines Minaretts im Zentrum des Kreisbogens bildete, vielleicht befand sich auch auf dem Schlitten irgendeine Vorrichtung mit mehreren Dioptern, die um 45° oder einen anderen Winkelwert voneinander abstanden, oder es wurde ein noch einfacheres Verfahren angewendet.

Auf alle Fälle geht augenblicklich die Marmorteilung nur bis 56°, während höher hinauf bis etwa 48 oder 50° nur die Backsteinbögen erhalten sind. Nach unten hin ist die Teilung bis 73° aufgedeckt und geht hier unter dem Erdboden weiter. Jedenfalls ist hier erst ein geringer Teil der Ausgrabungsarbeit erledigt, und die Hauptaufgabe steht noch bevor.

Eine interessante Einzelheit verdient

noch hervorgehoben zu werden. Bei den Ausgrabungen fand man unter dem Schutt eine Menge flacher glasierter Tassen von gleicher Größe und Form. Es erscheint Ossipoff nicht ausgeschlossen, daß sie vielleicht irgendwie als einfache Hohlspiegel bei den Beobachtungen Verwendung fanden.

Die Oberfläche des Hügels besteht übrigens fast ausschließlich aus Ziegelsteintrümmern. Es finden sich darunter ganz einfache als auch farbig glasierte Steine. Daraus geht wohl hervor, daß hier einstmals ein bedeutendes Gebäude gestanden hat.

Die Frage, ob die Kreisebene genau im Meridian liegt oder nicht, läßt sich schwer entscheiden. An dem Tage, an dem Ossipoff den Hügel besichtigte, herrschte trübes Wetter, die Meridianrichtung konnte daher lediglich mit einer Schmalkalder Bussole bestimmt werden. Es ergab sich dabei ein Azimut von 1 bis 2° in der üblichen Zählweise, so daß danach die Sonne die Quadrantenebene 4 bis 8 Minuten nach dem Meridiandurchgang passieren würde. Diese Bestimmung kann nicht als endgültig gelten, insofern, als eine örtliche Abweichung der magnetischen Deklination vorliegen kann, die vielleicht durch eine größere Menge Eisen in dem Trümmerhaufen ihre Erklärung finden könnte.

Einige Einzelheiten über das Leben und den Tod Ulugh-Beks dürften von Interesse sein.

Ulugh Bek war als Enkel Timurs oder Tamarlans (Temir - Chan = Eiserner Fürst) und als Sohn Schach-Ruchs im März des Jahres 1393 geboren. Er scheint in seiner Jugend eine ausgezeichnete Bildung genossen zu haben, was nicht weiter verwunderlich erscheint, da Timur selbst, obwohl er weder lesen noch schreiben konnte, Kunst und Wissenschaft außerordentlich förderte. Während der langen Regierungszeit Schach-Ruchs konnte Ulugh-Bek frei von allzu schweren politischen Sorgen den eigenen Interessen leben, die übrigens auf dem Gebiete der Geschichte und Mathematik

Abb. 4. Grabsteininschrift Ulugh-Beks. (Nach einer Kopie der Bibliothek der Hamburger Sternwarte.)

sich nicht minder lebhaft betätigten als auf dem Gebiete der Himmelskunde. Außer der Sternwarte wurde noch eine

besondere Hochschule, die Medresse Ulugh-Bek in Samarkand, gegründet, und der ganze Arbeitsplan auf groß angelegte astronomische und geographische Arbeiten eingestellt. Indessen diente das Observatorium nur etwa 7 Jahre wissenschaftlichen Beobachtungen. Je älter Ulugh-Bek wurde, desto größer wurde der Einfluß, den er der Astrologie in seinem Ideenkreis einräumte, und es ist eine merkwürdige Fügung des Schicksals, daß gerade durch die Beschäftigung mit der Astrologie das tragische Ende des ungewöhnlichen Mannes mittelbar veranlaßt wurde. Durch anonyme Zuschriften war Ulugh-Bek bald nach seinem im Jahre 1445 erfolgten Regierungsantritt vor seinem ältesten Sohne Abdulatif, mit dem ihm bis dahin das herzlichste Verhältnis verband, gewarnt worden. Um ganz sicher zu sein, befragte er das Horoskop; die Sterne bestätigten scheinbar den einmal wachgerufenen Verdacht und veranlaßten ihn zu einer offenkundigen Begünstigung seines zweiten Sohnes Abdullaziz. Die Folge war eine Verschwörung, die angesichts mancher politischer Mißerfolge Ulugh-Beks rasch angezettelt war. Geschlagen und gedemütigt mußte er an einem Herbsttage 1449 die Stätte seiner langjährigen wissenschaftlichen Tätigkeit verlassen. Als er in dem noch heute vorhandenen Dorfe Bagrin an der Straße Samarkand-Termes sich an einem Herdfeuer erwärmte, wurde er plötzlich von gedungenen Meuchelmördern ergriffen und erschlagen. Das Haupt des Mannes, der Samarkands geistige Berühmtheit im Morgenlande begründet, wurde wie zum Hohne über den Pischtak der von ihm gegründeten Hochschule befestigt und in der Oase am Serafschan, die einst Timurs blutige Triumphe gesehen, nahm wieder die rohe Gewalt gegenüber edleren Bestrebungen und Regungen die Oberhand. Übrigens regierte Abdulatif selbst nur kurze Zeit. Er fiel bald der Rache des jüngeren Bruders zum Opfer, und wenige Monate später endete auch dieser durch einen zielsicheren Pfeil eines Anhängers des erschlagenen Bruders.

Die Arbeiten Ulugh-Beks beziehen sich auf eine ganze Anzahl von astronomischen Gegenständen. Sie enthalten Abhandlungen über die Bewegung der Planeten, über die geographische Breite und Länge, geographische Koordinatenverzeichnisse usw. Das Hauptwerk besteht jedoch in einem umfangreichen Sternkatalog für die Epoche 1437, der mehr als 1000 Sterne umfaßt. Die Koordinaten dieses Kataloges sind offenbar an dem nunmehr in Samarkand entdeckten großen Quadranten beobachtet worden. Zu den Ergebnissen der Ausgrabungen stimmen durchaus die Mitteilungen über das Observatorium, die wir bei verschiedenen persischen Schriftstellern der darauffolgenden Zeit vorfinden und die vor allem ein dreistöckiges großes Gebäude erwähnen sowie einen ungeheuren Quadranten, dessen Umfang mit den Dimensionen der Hagia-Sofia-Kuppel in Konstantinopel verglichen wird. [1212]

Die zweite ordentliche Generalversammlung der Ingedelia am 21. April 1920 in der Urania-Sternwarte zu Berlin.

Die zweite ordentliche Generalversammlung der Ingedelia fand statutengemäß statt und nahm nach dem Bericht des Sekretärs folgenden Verlauf:

Der Präsident eröffnete um $4^h\ 15^m$ p. m. die Versammlung und begrüßte die erschienenen 27 in- und auswärtigen Mitglieder.

Nachdem die ordnungsgemäße Einberufung und Beschlußfähigkeit der Ver-

sammlung festgestellt war, wurde mangels besonderer Anträge sofort in die Tagesordnung eingetreten.

Zu Punkt 1 wurde der Geschäftsbericht des Vorstandes erstattet, zunächst jedoch noch die Herren F. Lefeber und H. Seelecke zu Kassenrevisoren gewählt, die während der folgenden Ausführungen Bücher und Belege durchprüften.

Über die Tätigkeit der einzelnen Gruppen ist auf Grund der Berichte der betreffenden Herren Gruppenleiter folgendes zu berichten.

Sonnengruppe.

Leiter: Günther von Stempell, Charlottenburg, Leonhardstr. 4 II.

Am Ende des Jahres 1919 zählte die Gruppe 17 beobachtende Mitglieder, nämlich die Herren:

1. H. von Buttlar, Simsdorf in Schlesien;
2. Philipp Fauth, Sternwarte Landstuhl in Bayern;
3. Ludwig Futh, Berlin-Reinickendorf;
4. Dr. Hans Grubitsch, Feldhof bei Graz (Steiermark);
5. Otto Hachfeld, Berlin;
6. Hans Jockisch, Marburg (Lahn);
7. W. Kaper, Tange bei Borgstede (Oldenburg);
8. Adolf Krause, Sternwarte Nixdorf (Böhmen);
9. Wolfgang Malsch, Heidelberg;
10. Heinrich Nösselt, München;
11. Erich Schütz, Jena;
12. Hans P. Seelecke, Berlin;
13. Josef Schirk, Altenbögge (Westfalen);
14. Günther von Stempell, Charlottenburg;
15. Wilhelm Voß, Altona (Elbe), Rechnerischer Gruppenleiter;
16. Rudolf Wegner, Danzig-Langfuhr;
17. Hermann Wolf, Baden bei Wien[1]).

Außerdem hatte Herr Prof. Dr. Wolfer, Direktor der Sternwarte Zürich, sich in dankenswerter Weise bereit gefunden, das ihm angetragene Ehrenamt eines wissenschaftlichen Beirats in der Gruppe zu übernehmen. Die Gruppe verdankt ihm bereits mehrfache wertvolle Ratschläge und auch sonstige Anregungen.

Sämtliche Mitglieder beschäftigten sich im Laufe des Jahres mit der statistischen Beobachtung der Sonnenoberfläche in bezug auf die wechselnde Häufigkeit der jeweils sichtbar gewesenen Gruppen, Flecke und Fackeln. Es gelangen im ganzen 1662 Beobachtungen, an verschieden großen Instrumenten angestellt, welche am Schluß des Jahres der Züricher Sternwarte als Ergänzung der dort auf Grund der eigenen Beobachtungen geführten Statistik zur Verfügung gestellt worden sind. Vorgreifend mag bemerkt werden, daß nach dem überschläglichen Urteil von Herrn Prof. Wolfer die Beobachtungen im allgemeinen recht gut zu verwerten sein werden.

Neben diesen statistischen Beobachtungen beschäftigten sich die Herren Hachfeld, Jockisch, Krause und Malsch auch mit der Photographie der Gebilde auf der Sonnenoberfläche; Herr Voß stellte Beobachtungen von Protuberanzen an. Gut ausgearbeitete und wertvolle Positionszeichnungen von Fleckgruppen reichten die Herren Fauth und Futh ein; die

[1]) Vielfachen Wünschen entsprechend ist die Liste der im 1. Halbjahr 1920 in der Sonnengruppe tätig gewesenen Mitglieder aufgestellt und vervielfältigt worden. Sie enthält außerdem noch Angaben über die von dem einzelnen Beobachter benutzten Instrumente und Vergrößerungen und kann auf Anfordern von der Gruppenleitung gegen Einsendung von 50 Pfennig für das Exemplar abgegeben werden.

Herren Nösselt und Wolf betätigten sich in der zeichnerischen Wiedergabe besonders interessanter Gruppen und Flecke. Herr von Stempell konnte das zum Abschluß gebrachte zweite Dezennium seiner Sonnenbeobachtungen zu einem zweiten Bande vereinigen.

Die im „Sirius" erscheinenden Vierteljahrsberichte über die von den Mitgliedern beobachtete Sonnentätigkeit wurden, nachdem der bisherige Berichterstatter Herr Voß sich infolge beruflicher Überlastung zur fortlaufenden Berichterstattung außerstande erklärt hatte, von Herrn von Stempell übernommen. Zu ihrer Aufstellung dienten die von einigen Mitgliedern zum Teil großzügig angelegten Monatsberichte als sehr willkommene und wertvolle Unterlagen. Herr Voß blieb weiter in dankenswerter Weise bereit, die Leitung der rechnerischen Verwertung des Jahresmaterials in seiner Hand zu behalten. Es ist zu hoffen, daß seine Untersuchungen demnächst zu interessanten Ergebnissen führen werden.

Mond- und Planeten-Gruppe.
Leiter: Philipp Fauth, Landstuhl (Rheinpfalz).

Herr Karl Glitscher hatte während der Zeit der Besetzungen unserer Pfalz und der Verkehrshindernisse Leitung und Beratung der Gruppe übernommen; unterm 13. 2. schickte er mir das einschlägige Material zu und bat mich um Weiterführung der Gruppengeschäfte. Da ich so oder so mit Herrn Glitscher, wie schon seit langen Jahren, verbunden bleibe, so habe ich seinem Ersuchen entsprochen. Er hatte meine zwei Umrißkarten in einigen Zügen erweitert und lithographiert ausgegeben, so daß alle denkbaren Voraussetzungen zu einem erfolgreichen Zusammenarbeiten gegeben waren. Der Erfolg war bei der erheblichen Schwierigkeit der gestellten Aufgaben noch klein und veranlaßt den Leiter zu folgenden Ausführungen.

Gegen 20 Teilnehmer am Arbeitsplane waren in Betracht gekommen; von zweien waren ergänzende Beiträge zu verzeichnen. Dieses Ergebnis ist wohl auf mehrere Umstände zurückzuführen, unter denen eine häufig schlechte Wetterlage ziemlich gewichtig mitsprechen mag.

1. Die gestellten Aufgaben — Bearbeitung der Mondgegenden bei Littrow im NW-Quadranten und Parry samt Umgebung im SO-Quadranten — waren schwer und umfangreich. — Sogenannte „leichte" Aufgaben gibt es am Monde natürlich auch, aber sie bedürfen heute keiner gemeinsamen Untersuchung oder Überprüfung mehr. Was als „leicht" gilt, ist es nur für Beobachter, die sich um die allgemeinen Züge bemühen wollen; sobald man seine Aufgabe strenger faßt, ist auch das Einfachste keineswegs leicht oder rasch zu bewältigen. Hier herrscht noch viel zu sehr die Anschauung, daß man durch bildnismäßiges Zeichnen von Mondlandschaften wissenschaftlich Wertvolles erarbeiten könne. Gewiß können sichere Zeichner auch da noch Nützliches leisten, was etwa die Photographie übertrifft; aber sie müssen dann winzig kleine Flächen bis ins Kleinste herab darstellen. Herr Tauber hat der Gruppe eine sehr saubere, große Darstellung von Bonpland und Fra Mauro und ebenso eine sehr genau beobachtete und gut wiedergegebene Aufnahme der Cauchy-Rillen eingesandt; aber der Einzelheiten sind dort viel weniger als z. B. auf Schmidts Charte und hier noch viel weniger als auf meiner Cauchy-Karte. — Ähnlich, aber auf noch viel umfangreicherer Fläche noch viel summarischer hat Herr Wolfgang May (2-Zöller) die Gegend Aristarch-Herodot bearbeitet. Solche Abbildungen haben großen Wert als Übungsarbeiten für Auge und Hand, sind auch wertvolle

persönliche Erinnerungen an genossene Eindrücke. Es war empfohlen worden, nur allerkleinste Teile der gewählten Gegenden einer genauesten Untersuchung zu unterwerfen und zwar jeweils solche Teilchen, die sich dem Auge am besten darbieten. Es ist ausgeschlossen, daß unter solchen Umständen eine einzige Beobachtung den Gegenstand erschöpft; somit bleibt das Feld der Arbeit immer offen.

2. Es scheint mehrfach empfunden zu werden, daß der Umfang der Umrißkarten viel zu groß ist. Er wäre es in der Tat, wenn im Laufe des Jahres alles gemacht werden sollte. Nun bietet aber im Laufe der Monate jeder Gegenstand immer ein etwas anderes Bild infolge der verschiedenen Beleuchtung (und im Falle Littrow auch wegen der Librationsverschiebungen). So kann ein Beobachter zwanzigmal dies und jenes auf einem Blatte prüfen und bekommt am Ende des Jahres nicht den zehnten Teil dessen zusammen, was zur erschöpfenden Bearbeitung des ganzen Blattes erforderlich wäre. Der große Umfang der Mondgegenden ist also gerade der Grund, weshalb jedem Beobachter bei jeder Gelegenheit ein anziehendes Arbeitsfeld geboten wird. Er muß sich nur zu beschränken wissen und immer seinen Vorteil wahren. Wenn die Aufgabe erst in fünf und mehr Jahren gelöst wäre, so ist das nur ein Beweis für die Richtigkeit der so wenig anerkannten Wahrheit, daß ersprießliche Leistungen am Monde recht schwer sind.

3. Unter den Gruppenmitgliedern verfügen nur einige über Objektive von 4″, 5″, 6″, 9″; die übrigen besitzen kleinere Mittel. Somit muß sich jeder nach Maßgabe seiner Kräfte zu beteiligen suchen. Es wäre unangebrachte Bescheidenheit, die Topographie nur den „großen“ Rohren überlassen zu wollen. Dann bliebe schließlich alle Arbeit an dem Leiter der Gruppe hängen. Je weniger Kraft der detaillösenden Darstellung ein Objektiv hat, desto eher erzielt der Beobachter etwas, wenn er sich auf kleinste Flächenteile beschränkt und diesen jeweils von Fall zu Fall abzuringen versucht, was nur das Auge vermag.

4. Es ist auch laut geworden, daß die Gebirgsumrisse, wie sie aus der Mondphotographie entnommen worden sind, in ihrem Gewirre zu wenig Anhalte zu bieten scheinen, um Kleines ins Grobe sicher einzutragen. Dazu wäre zu bemerken: Kleines gehört nur insoferne in den Kartenriß hinein, als es der Augenschätzung und dem „Alignement“ zwischen den härteren Zügen neue und als Punkte 2. Ordnung zu bewertende Anhalte gibt, das Gelände im allgemeinen zu gliedern. Eben das Grobe und Große soll zuerst richtig umrissen zum Eintrag kommen, z. B. Kammlinien und Umfang innerer Wallebenen, Umfang von Berggruppen, Lage von Gipfeln. Alles andere kommt später. Daß man schon bei diesem Anfange Schwierigkeiten gefunden hat, ist natürlich und zeigt wiederum, daß Mondstudien viel schwerer sind als etwa Jupiterstudien. Die Schwierigkeit liegt also gar nicht in der Auswahl der beiden Gegenden, sondern in der Natur der Oberflächengebilde des Mondes überhaupt. Man darf daran erinnern, daß seit der „Charte“ Schmidts kaum Nennenswertes am Monde geleistet wurde. Zu der Gebirgsdarstellung habe ich noch gar keinen Versuch gemacht, um der Gruppenarbeit in nichts vorzugreifen. Hier mag auch unterstrichen werden, warum ich gerade Littrow und Parry in Vorschlag gebracht habe. Es sind zwei außerordentlich wichtige Gegenden, reich besetzt mit allen Formen, die der Mond aufweist; sie haben besonders den Vorzug, daß ich sie selber noch nicht eingehend untersucht habe, so daß ihre Bearbeitung keine überflüssige Doppel- und Vielbearbeitung

verursacht. Alle Gruppenmitglieder müssen sich bewußt sein, daß nur fester Wille, Beharrlichkeit und äußere gute Umstände zu einem der Kraft des Fernrohres entsprechenden Resultate führen. Am Monde wird niemandem etwas geschenkt; und was bisher erreicht ist, hat dem Monde in oft vielstündigen Dauerbeobachtungen hartnäckig abgerungen werden müssen.

Planetenarbeiten wurden seitens der Gruppe nicht eingereicht; und doch ist gerade Jupiter und Saturn so dankbar als irgendein himmlischer Gegenstand. Ich selber beobachte dauernd hauptsächlich Jupiter, wie aus meinen Berichten hervorgeht.

Gruppe für veränderliche Sterne.
Leiter: Erich Leiner, Konstanz a.B., Paradiesstr. 1.

Erfreulicherweise sind auch in der letzten Zeit trotz der Ungunst der Verhältnisse weitere Meldungen von Teilnehmern aus dem In- und Ausland eingelaufen, so daß nun bereits eine recht stattliche Anzahl von Beobachtern im Rahmen der Ingedelia auf dem interessanten und dankbaren Gebiet der veränderlichen Sterne tätig ist. Das eingegangene Material ist entsprechend der Jugendlichkeit der Organisation naturgemäß noch beschränkt. Es seien deshalb für heute aus den vorliegenden Berichten, unter denen besonders diejenigen der Herren Feldtkeller-Merseburg (Beobachtungen von U Ursae min., S V Cassiopeiae, S Vulpeculae, X Cygni), Malsch-Heidelberg (μ Cephei, U Sagittae, R S und Z Vulpeculae) und May-Breslau (o Ceti, R und S Sagittae, Z Vulpeculae, β Lyrae) hervorzuheben sind, nur einige Ergebnisse herausgegriffen.

Für eine Anzahl der „alten" langperiodischen Veränderlichen zeigt sich eine z. T. beträchtliche Abweichung der beobachteten gegenüber den berechneten Zeiten der Maxima. Einige solcher Fälle sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; unter *H* ist dabei die erreichte Maximalhelligkeit, unter *B—R* die Differenz zwischen Beobachtung und Ephemeride der V. J. S. gegeben; lediglich R Draconis steht unter den aufgeführten Veränderlichen mit der Ephemeride hinreichend in Einklang.

Stern	Maximum	H	B—R
R Bootis	1919 Juli 13	7,5m	— 19d
„	1920 Febr.20	6,6	— 20
R Draconis	1919 Aug. 9	8,0	— 4
S Delphini	1919 Nov. 5	9,0	— 55
S Urs. min.	1919 Nov. 10	8,3	— 11
R Aquarii	1919 Nov. 13	6,8	— 83

Besonders bemerkenswert war R Aquarii durch die Veränderung seines Spektrums, die Ende Oktober 1919 festgestellt werden konnte: an Stelle seines gewöhnlichen Md-Spektrums zeigte der Veränderliche zur angegebenen Zeit ein Spektrum ähnlich demjenigen einer Nova späteren Stadiums, in dem die helle Hα-Linie bereits verschwunden ist. Die visuellen Helligkeitsschätzungen ergaben ein verhältnismäßig rasches Ansteigen der Helligkeit bis zum Maximum Mitte November. Dann folgte die zunächst sehr langsame Lichtabnahme. Eine nochmalige kleine Aufhellung zwischen November 18 und 28 ist durch die Beobachtungen angedeutet.

Von den beobachteten kurzperiodischen Veränderlichen seien Z Vulpeculae und RV Ophiuchi erwähnt, für die die von Nijland nachgewiesene Algoleigenschaft bestätigt werden konnte. Bei Z Vulpeculae scheinen in der Lichtkurve kleine Unregelmäßigkeiten angedeutet zu sein, die jedoch noch der Bestätigung bedürfen.

Die Besprechung weiterer Ergebnisse soll zurückgestellt werden, bis weiteres Material vorliegt. Es sei bei dieser Gelegenheit an alle Beobachter nochmals die dringende Mahnung gerichtet, möglichste Vollständigkeit ihrer

Beobachtungsreihen anzustreben. Nicht die Anzahl der beobachteten Sterne entscheidet über den Nutzen der Arbeit des Einzelnen, sondern die Ausdauer und Gewissenhaftigkeit, mit der die angestellten Beobachtungen durchgeführt werden.

Milchstraßengruppe.

Leitung: Mitteilungen sind bis auf weiteres an die Geschäftsstelle der Ingedelia zu richten.

Herr Kurd Kißhauer berichtete über diese Gruppe: Die einzelnen Areale sind in gleicher Weise besetzt wie im Vorjahre; auch sind einige neue Anmeldungen von Mitgliedern erfolgt, denen entsprechende Gebiete mit langperiodischen Veränderlichen zugewiesen wurden. Da Herr Kißhauer außerdem mit dem Amt des Sekretärs und der Leitung der Ortsgruppe Berlin beschäftigt ist, sieht er sich veranlaßt, die Leitung der Milchstraßengruppe in andere Hände zu legen und findet den Beifall der Versammlung, als er Herrn F. Lefeber, einen der ersten Entdecker der Nova Aquilae III, als den Berufensten dazu, um die Übernahme der Leitung bittet. Herr Lefeber erklärt vor der Versammlung, daß er das Amt der Leitung übernehmen wolle[1]).

Meteorgruppe.

Leiter: Cuno Hoffmeister, Jena, Sternwarte.

Die Tätigkeit erstreckte sich vorwiegend auf die Einsammlung, Prüfung und Bearbeitung der Beobachtungen großer Meteore und den damit zusammenhängenden Briefwechsel mit den Beobachtern. Die für das Jahr 1919 aufgestellte Liste weist 76 Eingänge auf. Ferner wurde im Berichtsjahre die Berechnung der Bahnen mehrfach beobachteter großer Meteore aus den Jahren 1916 bis 1919 durchgeführt. Rückständig ist nur noch die Bearbeitung von 3 Fällen, bezüglich deren Auskünfte von den Beobachtern erbeten bzw. die Beobachtungen noch nicht vollständig im Besitz des Leiters sind. Die Bekanntmachung der Ergebnisse aller dieser Rechnungen wird in kurzer Zeit erfolgen. — Die Erscheinung eines großen Meteors vom 3. September 1919 wurde von Herrn A. Köppen an der Deutschen Seewarte in Hamburg untersucht, dem auch die beim Berichterstatter eingelaufenen Beobachtungen dieses Falles überwiesen worden sind.

Bei der Berechnung der Meteorbahnen wurde mehrfach das Fehlen von Beobachtungen aus dem näheren Ausland unliebsam empfunden. Während aus der Schweiz gelegentlich gute Beobachtungen zu uns gelangen, fehlen solche aus den anderen Nachbarstaaten fast vollkommen, und auch zu Österreich sind die Beziehungen nach dem am 1. Sept. v. J. erfolgten Ableben v. Niessls gelockert. In der Herstellung von Verbindungen mit ausländischen Beobachtern und Sammelstellen erwächst der „Ingedelia“ eine dankbare Aufgabe, durch deren Lösung sie sich ein wesentliches Verdienst um die Meteorforschung erwerben würde. Insbesondere wären engere Beziehungen zu den Beobachtern in Österreich, der Schweiz und Dänemark erwünscht. Mit einem Gewährsmann aus der Tschechoslowakei steht der Gruppenleiter bereits selbst in Unterhandlung wegen Austauschs der Beobachtungen. Es wäre vorläufig hinreichend, wenn jedes einzelne in diesen

[1]) Nach Durchsicht des ihm übergebenen Materials hat er dies inzwischen der Geschäftsstelle zurückgereicht, da die Auffrischung der Energie der Teilnehmer seine Kraft zu sehr in Anspruch nehmen würde, sodaß seine eigenen Beobachtungen dabei zu kurz kämen.

Die Mitglieder dieser Gruppe, die ja eigentlich nur ein Teil der vorhergehenden ist, werden ersucht, sich zur Vereinfachung der Leitung auch der eben genannten Gruppe anzuschließen.

Ländern ansässige Mitglied sich bemühte, nach Möglichkeit Meteorbeobachtungen zu sammeln und an uns einzusenden.

Verwertbare Sternschnuppenbeobachtungen sind im Berichtsjahre von den Mitgliedern nicht eingesandt worden, doch ist der Rat des Leiters bezüglich der Anstellung solcher Beobachtungen mehrfach in Anspruch genommen worden. Es sei abermals darauf hingewiesen, daß die üblichen Perseidenreihen in der Regel wertlos sind. Nutzbringend verwendbar sind nur sorgfältige, längere Zeit hindurch unter günstigen Verhältnissen fortgesetzte Zählungen oder größere Beobachtungsreihen mit Angabe der scheinbaren Bahnen nach Rektaszension und Deklination.

Gruppe für meteorologische Optik.

Leiter: Carl Wirtz, Kiel (Sternwarte).

Die Aufgaben dieser Gruppe sind sehr schwer näher festzulegen, so daß es hier bisher über den brieflichen Austausch von Gedanken nicht hinausgekommen ist. In einem der späteren Hefte werden wir unseren Lesern neue Anregungen unterbreiten können.

Ästhetengruppe.

Leiter: Robert Henseling, Stuttgart, Ecklenstr. 18.

Die Arbeiten für ein Buch der Sternfreude sind im Gange. Zunächst wird ein möglichst reiches, alles Wesentliche spiegelndes Material gesammelt. Über den Plan wurde Sirius 52, 9 das Nötige mitgeteilt. Wer Lust hat, sich am Sammeln zu beteiligen, etwa indem er die Werke eines bestimmten Dichters, Astronomen oder Philosophen auf Worte des Weltallerlebens hin planmäßig durcharbeitet, wird um seine Anschrift gebeten.

Rechnergruppe.

Leiter: Oberl. Richard Sommer, Berlin SW 47, Hagelberger Str. 7.

Herr Dr. Neugebauer vom R. I. teilte der Versammlung persönlich mit, daß zurzeit ihm 14 Rechner in seiner Gruppe für die verschiedenartigsten Aufgaben zur Seite stehen.

Die Anleitung, die die einzelnen wünschten, hat sich jedoch derartig ausgedehnt, daß er Herrn Oberlehrer Sommer bitten mußte, die Leitung zu übernehmen, während er selbst nur wissenschaftlicher Beirat der Gruppe bleibt.

Für Freunde der Himmelskunde, die nicht selbst beobachten wollen, aber sich doch gern positiv betätigen möchten, käme bei Begabung für numerisches Rechnen durchaus eine Teilnahme in Frage.

Es folgt nun der Bericht über die Außenorganisation der Ingedelia. Im Auftrage des „Kosmos“ hat Herr Henseling sich wegen einer zusammenfassenden Organisation der Liebhabervereinigungen Deutschlands bemüht, doch liegt noch kein Ergebnis vor.

Die Ausbreitung der Ingedelia im Auslande schreitet fort. Außer auf die neutralen Länder hat sich die Ingedelia jetzt auch auf Süd-Amerika ausgedehnt. Dies ist von besonderer Wichtigkeit, denn der Präsident beabsichtigt die Gründung einer Gruppe zur Beobachtung der Parallaxe des Gegenscheins in Süd- und Nord-Amerika.

Die Tätigkeit des Sekretärs der Gesellschaft, Herrn Kurd Kißhauer, erstreckte sich wie im Vorjahre auf den Verkehr mit den Mitgliedern in fachwissenschaftlichen Fragen, Auskünften über Organisation und Ziele der Gesellschaft an Interessenten, die erfreulicherweise dann meist die Mitgliedschaft erwarben.

Der nun folgende Kassenbericht des Schatzmeisters, Herrn Paul Hügeler,

wies die üblichen Einnahmen und Ausgaben auf. Leider konnte nicht, wie im Vorjahre über eine Stiftung berichtet werden, die der Gesellschaft zur Verfolgung weiter gesteckter Ziele so erwünscht wäre. Die Revisoren, Herren F. Lefeber und H. Seelecke bezeugten, daß Bücher und Kassenbestand zu Anständen keine Veranlassung geben.

Zum Bedauern der Versammlung deutete Herr Hügeler an, daß er sein Amt binnen Jahresfrist niederlegen möchte, um sich seinen wissenschaftlichen Arbeiten intensiver widmen zu können.

Nachdem somit der Geschäftsbericht beendet war, erteilte die Versammlung dem Vorstand die vom Präsidenten erbetene Entlastung.

Das beratende Vorstandsmitglied, Herr Geheimrat Joh. Kritzinger, hatte dem Vorstand wegen beruflicher Belastung seinen Sitz im Vorstand zur Verfügung gestellt, außerdem war die dreijährige Amtsperiode eines Teils der andern Vorstandsmitglieder abgelaufen, so daß eine teilweise Neuwahl in Frage kam. Die Versammlung sprach daraufhin Herrn Geheimrat Kritzinger ihren Dank für seine Bemühungen aus und wählte einstimmig den energischen Leiter der Sonnengruppe, Herrn Günther von Stempell, als beratendes Vorstandsmitglied und bestätigte den übrigen Vorstand. Danach setzt sich der neue Vorstand wie folgt zusammen:

Präsident: Dr. H. H. Kritzinger.
Sekretär[1]): Kurd Kißhauer.
Schatzmeister: Paul Hügeler.
Stellv. Präsident und berat. Vorstandsmitglied: Dr. P. V. Neugebauer.
Berat. Vorstandsmitglied[1]): Günther von Stempell.

Zu §13,3 wurde die Wahl des „Sirius" als Vereinszeitschrift auch auf das Jahr 1922 ausgedehnt.

[1]) Siehe auch S. 128.

Ein Beschluß über besondere Ausgaben erübrigte sich ebenso wie im Vorjahre.

„Zum Ehrenmitglied kann ernannt werden, wer sich um die Sternforschung ... hervorragend verdient gemacht hat". So lautet ein Satz aus den Statuten der Ingedelia. Was lag diesmal näher, als an einen Mann zu denken, dessen Name in den letzten Jahren weit über den Kreis der Gebildeten hinaus als der eines Förderers der Astronomie im besonderen bekannt geworden ist: Albert Einstein. Der Vorschlag des Vorstandes wurde gern angenommen und Prof. Albert Einstein zum Ehrenmitglied ernannt.

Danach verblieb für den geschäftlichen Teil noch die Festsetzung von Ort und Zeit der nächsten Generalversammlung. Nach kurzer Aussprache wurde Berlin und, ohne Angabe eines besonderen Tages, Mitte Mai 1921 angenommen.

Auf Vorschlag des Vorstandes wurde schließlich Punkt 10 des § 13 vor Punkt 8 erledigt und vom Sekretär das Protokoll verlesen, welches auch von der Versammlung genehmigt wurde.

Um 5h wurde die Versammlung vom Vorsitzenden geschlossen.

Während des geschäftlichen Teiles der Generalversammlung hatte sich im Vortragssaal der Urania zahlreiches Publikum versammelt, das die populärwissenschaftlichen Vorträge, die auch diesmal veranstaltet wurden, mit anhören wollte.

Nachdem Dr. E. F. Freundlich, der Mitarbeiter Einsteins in letzter Stunde verhindert war, seinen Vortrag „Die astronomischen Prüfungsmethoden der Allgemeinen Relativitätstheorie und die Einsteinspende der Deutschen Industrie" selbst zu halten, trat Herr Paul Hügeler für ihn ein, der durch eigene Anschauung von dem gegenwärtigen Stand der Frage berichten konnte.

Im Anschluß an den ersten Vortrag gab Dr. Chr. v. Hofe an Hand einiger Lichtbilder, berichtet die Deutsche Optische Wochenschrift in Nr. 23/24 weiter, eine Beschreibung moderner Riesen-Spiegelteleskope, von denen besonders das auf der Mount-Wilson-Sternwarte verwendete Instrument von etwa $2^1/_2$ *m* Durchmesser besprochen und der neue von Hoeghsche Spiegeltyp der Firma Goerz erläutert wurde.

Hierauf sprach der Vorsitzende der Ingedelia, Dr. H. H. Kritzinger, über „Die neuesten Ergebnisse der Marsforschung" in Form eines Referats über die Forschungen des dänischen Astronomen Lau. Seine Ausführungen wurden durch die Vorführung mehrerer von französischen Forschern angefertigten Zeichnungen ergänzt, die ein sehr deutliches Bild von der Oberfläche des Mars mit seinen verschiedenen Meeren und Kanälen gaben.

Den Beschluß der Veranstaltung bildete ein Vortrag von O. Hachfeld nach den Aufzeichnungen von Reinhold Barby über das Thema „Strindberg als Astronom in seinen Blaubüchern", der in sehr aufschlußreicher Weise die naturwissenschaftlichen Schriften des großen Dichters kritisch beleuchtete.

„Vom wissenschaftlichen Standpunkte gesehen, sind Strindbergs Ausführungen ganz wertlos, es fehlt hier ebenso an Systematik wie an mathematischer Logik. Selbst in der Aufzählung der bloßen Tatsachen bemerkt man ganz unverständliche Fehler und Flüchtigkeiten; so findet sich einmal die Behauptung, der Mars habe eine Entfernung von 28 geographischen Meilen von der Erde (statt 28 000)! Ganz merkwürdige Vorstellungen hat Strindberg über die Wirkungsweise des Fernrohrs, die ihm theoretisch ganz unbegreiflich erscheint; u. a. behauptet er auch mehrmals, daß im Fernrohr die Lichtintensität des Gesichtsfeldes verringert würde. — An Stelle des coppernicanischen Weltensystems möchte Strindberg am liebsten das geozentrische setzen, und zwar, weil es ein erhaben schöner Gedanke wäre, die Erde als im Mittelpunkt der Welt befindlich und den Menschen als die Krone der Schöpfung anzusehen.

Dieser Gedankengang ist charakteristisch für Strindbergs Denkweise. Es kommt ihm nicht auf die Erkenntnis der objektiven Tatsachen und Erscheinungen an; die Wissenschaft dient nach seinen in den letzten Lebensjahren vorherrschenden Anschauungen nur dazu, die vom Gefühl und vom Glauben geschaffenen Vorstellungen als etwas wirklich Vorhandenes zu beweisen, und wenn sie das nicht tut, sagt Strindberg, so hat sie ihren Zweck verfehlt, denn das Wissen hat sich dem Glauben unterzuordnen."

Mit einem allerseits befriedigten Eindruck verließen die Teilnehmer die Veranstaltung. [1227

Die nächsten Konjunktionen von Jupiter und Saturn.

Von Dr. **H. H. Kritzinger.**

Im Jahre 1921 findet im September gerade zur Zeit ihrer Konjunktion mit der Sonne die nächste Zusammenkunft von Jupiter und Saturn im Löwen statt. Diese ungünstigen Verhältnisse beeinträchtigen in hohem Maße das Interesse an dieser Himmelserscheinung[1]).

[1]) Vgl. auch Sirius, 48, S. 57 ff., 1915.

Sonderbar, daß nun die **nächste Konjunktion** 1940/41, wie ich fand, eine **dreifache** sein wird, da die heliozentrische Konjunktion annähernd mit der Oppositionszeit zusammenfällt. Dieses bemerkenswerte Resultat war schon in ein paar Minuten abzuschätzen nach den praktischen Tabellen von Dr. P.

V. Neugebauer (Sir. **52**, 121 ff.). Die einschließlich der Störungen von mir berechneten Ephemeriden nach den ebenfalls bekannten Tabellen desselben Astronomen füge ich diesen Zeilen bei. Es geht daraus hervor, daß die drei Konjunktionen an folgenden Tagen eintreten: 1940 August 7
1940 Oktober 19
1941 Februar 14

Saturn bleibt dauernd etwa $1^1/_4°$ südlich von Jupiter.

Bisher ist dies nach den beiden anderen Konjunktionen im Jahre −6 (7 vor Chr.) und 1683 (Opposition und helioz. Konj. fallen nahe zusammen) die erste weitere dreifache. In allen drei Fällen ist der Unterschied in den Oppositionstagen nur ein Tag. Man findet leicht, daß er zwei Tage nicht übersteigen darf, wenn eine dreifache Konjunktion eintreten soll. 1821, wo er 2^u erreichte, trat außer der eigentlichen Konjunktion am 20. Juni keine weitere ein, beide Planeten kamen sich Dez. 9 nur bis auf 19′ in Länge nahe.

Ich habe nach den oben genannten Tabellen die letzten vier Jahrhunderte in bezug auf die in der Nähe des Widderpunktes eingetretenen Konjunktionen untersucht, aber keine dreifache finden können. Höchstens käme die von 1643 in Frage, die genauer nachgerechnet werden könnte.

Man erhält folgende Übersicht dieser Konjunktionen:

Jahr	Monat	Differenz
1523	Mitte Aug. jul. . .	8^d
1583[1])	Mitte Sept. greg. .	4
1643	Mitte Okt.	3
1702	Anf. Okt.	7
1761	Ende Sept.	8
1821	Mitte Okt.	2
1880	Mitte Okt.	8
1940	Anf. Nov.	1

Die Differenz ist die der Oppositionstage; sie bietet einen bequemen Anhalt zur Beurteilung der Verhältnisse. Die Oppositionstage rücken von Jahr zu Jahr um drei Wochen auseinander.

[1]) Wallensteins Geburtsjahr.

Geozentrische Ephemeriden für Jupiter und Saturn 1940/41.
Mittl. Mittag Greenwich.

Datum 1940/41	Sonne Länge	Jupiter Länge	Jupiter Breite	Saturn Länge	Saturn Breite	Differenz ♄−♃
	°	°	°	°	°	°
Juli 11	109.01	41.11	— 1.16	42.94	— 2.32	+ 1.83
Juli 27	124.28	43.36	— 1.20	43.96	— 2.38	+ 0.60
Aug. 12	139.60	44.82	— 1.26	44.58	— 2.44	— 0.24
Aug. 28	155.01	45.59	— 1.30	44.78	— 2.51	— 0.81
Sept. 13	170.53	45.54	— 1.35	44.52	— 2.56	— 1.01
Sept. 29	186.19	44.65	— 1.39	43.84	— 2.61	— 0.81
Okt. 15	201.99	43.03	— 1.41	42.82	— 2.64	— 0.21
Okt. 31	217.93	40.96	— 1.41	41.57	— 2.65	+ 0.61
Nov. 16	234.00	38.83	— 1.38	40.29	— 2.64	+ 1.46
Dez. 2	250.18	37.04	— 1.32	39.16	— 2.59	+ 2.12
Dez. 18	266.44	35.96	— 1.24	38.35	— 2.53	+ 2.39
Jan. 3	282.75	35.70	— 1.16	37.92	— 2.45	+ 2.22
Jan. 19	299.06	36.32	— 1.08	38.00	— 2.38	+ 1.68
Feb. 4	315.32	37.76	— 1.00	38.52	— 2.30	+ 0.76
Feb. 20	331.49	39.90	— 0.94	39.48	— 2.23	— 0.42
März 8	347.55	42.58	— 0.88	40.82	— 2.18	— 1.76
März 24	3.49	45.69	— 0.83	42.45	— 2.13	— 2.24
April 9	19.27	49.11	— 0.80	44.31	— 2.09	— 4.80

Die totale Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919.

(Hierzu Tafel IX.)

Dem vorläufigen Bericht der Sonnenfinsternisexpedition des Smithsonian-Instituts entnehmen wir:

Die Expedition stand unter Leitung von C. G. Abbot und A. F. Moore und hatte als Standort El Alto in Bolivien gewählt. Während der Dauer der Verfinsterung herrschte denkbar günstiges Wetter. Die Ausrüstung war ziemlich beschränkt, aber doch von praktischen Gesichtspunkten geleitet. So waren beispielsweise die Transportkisten so hergerichtet, daß sie, mit Steinen gefüllt, gleichzeitig als Träger eines Teils der photographischen Ausrüstung dienen konnten. Dieses Verfahren hat sich denn auch sehr gut bewährt, zumal die Ankunft der Expedition sich verzögerte, so daß nur wenig Zeit für die Vorbereitungen blieb. Die Apparate waren dann auch erst zwei Tage vor der Finsternis aufgestellt. Da die Sonnenhöhe zur Zeit der Verfinsterung sehr klein war (die Finsternis fand für diesen Ort zwanzig Minuten nach Sonnenaufgang statt), mußte sich die Refraktion ständig nicht unerheblich ändern, wodurch die photographische Verfolgung erschwert wurde. Eine Probe des Uhrwerkganges konnte wegen der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nur ungenügend ausgeführt werden, und es stellte sich später leider heraus, daß die auf Grund der Vorversuche vorgenommene Korrektion des Ganges zu groß war, wodurch der Mond nicht als kreisrunde Scheibe abgebildet wurde.

Die Aufnahmen wurden mit einer Doppelkamera von 7.6 *cm* Öffnung und 335 *cm* Brennweite hergestellt. Da die erforderliche Expositionszeit nicht gegenügend bekannt war, belichtete man die eine Platte 1 Minute 30 Sekunden, während für die andere 2 Minuten 45 Sekunden gewählt wurden. Von den beiden erlangten Aufnahmen geben wir in unserer Tafel IX die mit kürzerer Expositionszeit hier wieder, da bei ihr der fehlerhafte Gang des Uhrganges am wenigsten stört. Sie zeigt eine große Anzahl spitzer, verhältnismäßig kurzer Koronastrahlen, die sich fast nach jeder Richtung ausdehnen. Die Korona stellt in diesem Falle einen Mitteltypus dar zwischen der gelegentlich eines Sonnenfleckenmaximums (gleichmäßige Intensität in allen Richtungen) und der zur Zeit eines Sonnenfleckenminimums (verhältnismäßig kurze polare und lange äquatoreale Koronastrahlen). Am Südostrand der Sonne zeigt sich eine große sichelförmige Protuberanz, die sich zunächst etwa ein Viertel Sonnenradius senkrecht erhebt, dann scharf im rechten Winkel wendet, um nun in sehr langer Ausdehnung parallel mit der Sonnenoberfläche zu verlaufen. Dieser gewaltige Ausbruch konnte später in den Vereinigten Staaten wiederholt mit Spektroheliographen photographiert werden.

Abbot und Moore schließen ihren Bericht, daß diese Finsternis wegen der Schönheit der Koronastrahlen, der prächtigen karminroten Protuberanz und schließlich angesichts der wunderbaren irdischen Umgebung der schneebedeckten bis zu zwanzigtausend Fuß hohen Berge die schönste war, die sie je gesehen hätten. [1206]

Meteorbeobachtungen in den Jahren 1918 und 1919.

In den beiden letzten Jahren sind dem Unterzeichneten wieder zahlreiche Mitteilungen über beobachtete Feuerkugeln zugegangen, 62 im Jahre 1918, 63 im Jahre 1919. Ein Teil dieser Meldungen läßt leider die dringend nötigen

Angaben über die scheinbare Bahn vermissen. Es sei deshalb erneut darauf hingewiesen, daß auf die möglichst genaue Bezeichnung der Bahn nach Sternen oder irdischen Merkmalen vor allen anderen Dingen Wert gelegt werden muß.

Von der Wiedergabe einer Zusammenstellung aller Beobachtungen soll hier abgesehen werden. Es folgt vielmehr eine kurze Besprechung der mehrfach beobachteten oder aus anderen Gründen bemerkenswerten Erscheinungen.

Eine große Feuerkugel wurde 1918 März 9, $7^h\ 15^m$ in Ostdeutschland beobachtet. Außer Zeitungsnachrichten aus Schlesien liegt nur noch eine Mitteilung aus Rackow in Pommern (Beob. Marquardt) vor.

Über ein helles Meteor 1918 März 12, $9^h\ 45^m$ sind 12 Mitteilungen aus einem sehr weiten Gebiet vorhanden. Verwendbar sind nur zwei davon aus der Gegend von Pola in Istrien (J. Schubert) und aus Augsburg (H. Götzger), so daß es sehr zweifelhaft ist, ob die Bahn ermittelt werden kann. Zwei oft bewährte Beobachter (Dr. Mündler in Heidelberg - Königstuhl und Lehrer Meyer in Steckborn, Schweiz) haben leider nur den von der Feuerkugel ausgehenden Lichtschein sehen können.

Kaum günstiger liegen die Verhältnisse für die Feuerkugel 1918 März 18, $11^h\ 45^m$, deren Bahn uns aus Stuttgart (Dr. Ströbel) und Münsingen in der Schweiz (Zeitungsnachricht) angegeben wird. Sechs weitere Beobachtungen aus Ilmenau, Leipzig, Heidelberg, Engelthal in Mittelfranken und zwei schweizerischen Orten sind in dieser Hinsicht nicht verwertbar.

Ein Meteor 1918 April 22, $8^h\ 40^m$ wurde gleichzeitig in Neubuckow (Mecklenburg), Berlin und Gadebusch gesehen. Einzelheiten über die Bahn fehlen leider.

Am 5. Mai 1918, $9^h\ 58^m$, wurde eine Feuerkugel in Posen (Geheimrat Papke) und Lauenburg, Pommern (Pastor Fischer), wahrgenommen. Die Bahn ist von beiden Beobachtern bezeichnet, so daß die Bearbeitung Erfolg verspricht.

Bemerkenswert ist das große Tagesmeteor 1918 August 23, $19^1/_2{}^h$ (bürgerlich am 24. August, $7^1/_2{}^h$ morgens), das bei hellem Sonnenscheine in Erlangen und Hersbrück gesehen wurde. Weitere Angaben konnten trotz der Bemühungen des Unterzeichneten leider nicht beigebracht werden.

Drei gute Beobachtungen liegen vor für ein Meteor von mehrfacher Venushelligkeit, 1919 Mai 19, $9^h\ 5^m$, nämlich aus Alsfeld in Hessen (R. Jehnigen), Heidelberg (W. Malsch) und Darmstadt (Prof. Lenhardt). Von 1918 Mai 27, etwa $11^h\ 20^m$, wurde eine Feuerkugel aus Pyritz (Unterprimaner Daus) und Anklam (Gerichtssekretär Winckler) gemeldet. Die zweite Beobachtung ist leider unvollständig.

Der 29. Mai 1919 brachte zwei helle Meteore in kurzem zeitlichem Abstand. Über das erste, um $9^h\ 50^m$ erschienene gingen 3 Mitteilungen ein aus Heidelberg (Geheimrat Wolf), Eichstätt in Bayern (E. Mager) und Frankfurt a. M. (W. Heybrock). Das zweite, weniger helle wurde in Frankfurt a. M. (W. Heybrock) und Sonneberg (Otto Morgenroth) beobachtet. Alle Mitteilungen enthalten Angaben über die Bahn, so daß die Grundlagen für die Berechnung vorhanden sind.

Von 4 Berichten über eine Feuerkugel vom 14. Juni 1919, $8^h\ 40^m$, ist leider nur einer aus Erlangen (Dr. Voltz) von hinreichender Ausführlichkeit.

Dagegen besteht Aussicht, daß die Bahn des hellen Meteors vom 19. Juli 1919, $9^h\ 1^m$, berechnet werden kann. Es liegen Mitteilungen aus 5 Orten vor, nämlich aus Kamenz in Sachsen (A. Lange), Neheim in Westfalen (Dr. Kayser), Heidelberg (Rechenbach und Müller), Sonneberg

(Morgenroth) und Mengersgereuth S.-Mein. (Obertertianer Pertsch). Leider wurde die Genauigkeit der Beobachtungen mehrfach durch starke Bewölkung herabgesetzt.

Eine sehr bedeutende, von Donner begleitete Feuerkugel erschien am Abend des 3. September 1919 über Norddeutschland. Die Bahn dieses Meteors wird von Herrn A. Köppen, Hamburg, Deutsche Seewarte berechnet, dem auch die bei unserer Sammelstelle eingegangenen Beobachtungen überwiesen wurden.

Für ein helles Meteor 1919 Okt. 23, $8^h\,1^m$, sind zwei gute Beobachtungen vorhanden aus Heidelberg (H. Rechenbach) und Saargemünd (Pfarrer Diesner). Leider liegt die Bahn so, daß sie für beide Orte nur eine geringe Parallaxe zeigt, so daß es kaum möglich sein wird, zu sicheren Ergebnissen zu gelangen.

Eine Feuerkugel vom 28. November 1919, $10^h\,12^m$, wurde in Nürnberg (H. Zimmer) und Frankfurt a. M. (Dr. Buser) beobachtet. Da die zweitgenannte Beobachtung unvollständig ist, kann noch nicht gesagt werden, ob die Bahnberechnung möglich sein wird.

Endlich erschien am 13. Dezember 1919, $5^h\,46^m$ ein großes Meteor über Mitteldeutschland. Eine gute Beobachtung liegt aus Jena (R. Mechau), eine unvollständige aus Schmölln S.-A. (A. Burkhardt) vor. In Sonneberg (Hoffmeister und Morgenroth) wurde nur die Erhellung bei völlig bedecktem Himmel gesehen. Auch in Neustadt a. Haardt ist die Feuerkugel wahrgenommen worden (Zeitungsnachricht). In Jena wurde nach 50^s ein dumpfer Knall gehört.

Über die Ergebnisse der Bearbeitung vorstehender Beobachtungen wird demnächst berichtet werden. Die Leser des Sirius werden ersucht, alle Beobachtungen heller Meteore unverzüglich unter möglichst genauer Beschreibung der scheinbaren Bahn der Schriftleitung oder unmittelbar dem Unterzeichneten mitzuteilen.

Verwertbare Sternschnuppenbeobachtungen sind in den Berichtsjahren nicht eingesandt worden. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß solche Beobachtungen nur dann zur Bestimmung von Strahlungspunkten usw. benutzt werden können, wenn sie eine größere Anzahl innerhalb einiger Tage wahrgenommener Sternschnuppen umfassen und wenn sie die Angaben für die scheinbaren Bahnen nach Rektaszension und Deklination, nicht nach Sternen und Sternbildern, enthalten. Die Beobachtung der großen Ströme, insbesondere der Perseiden, hat bedeutend geringeren Wert als die Aufzeichnung von Sternschnuppen zu anderen Jahreszeiten. [1225

Cuno Hoffmeister.

Sonderbare astronomische Lesefrüchte.

Romanastronomie. Aus der neueren schönen Literatur seien hier dem Leserkreise des Sirius einige Lesefrüchte mitgeteilt, die wieder einmal den Beweis dafür erbringen, wie wenig doch die täglichen Vorgänge und Erscheinungen am Himmelsgewölbe, die Grundlehren und die Beobachtungskunst der Astronomie in der Laienwelt bekannt sind.

In seinem Romane „Christian Wahnschaffe“ schildert J. Wassermann eine mitten in den Pampas Südamerikas liegende Sternwarte, in der „ein deutscher Professor haust und mit zwei Assistenten Nacht für Nacht das Firmament beobachtet“. „Das Gebäude glich einem orientalischen Bethause. Auf einer länglichen Ziegelmauer erhob sich eine mächtige Kuppel aus Eisenkonstruktion, deren oberer Teil um

eine bewegliche Achse rotieren konnte“(!) Ein Liebespaar will sich hier die Sterne ansehen. „Das Glück ist uns hold,“ sagte er, „nächste Woche ist eine Sonnenfinsternis, da kommen Astronomen aus Europa in Buenos Aires an und der Professor ist mit seinen Assistenten hinübergefahren, um sie zu empfangen“.

Wo bleibt da der oben gerühmte Beobachtungseifer? Auch fand zu der Zeit, in der die Romanhandlung spielt (um 1905), in Südamerika keine totale Sonnenfinsternis statt. — Doch die Besucher steigen zur Kuppel hinauf, deren „ganzer Raum an die Höhle eines Zauberers gemahnte“ und der Liebhaber (Steuermann eines deutschen Dampfers) übernimmt selbst die Führung am Himmel. „Er trat an das Teleskop, schraubte die blitzende Messingkapsel ab (?) und sagte: Wir wollen die Sterne anschauen. Er schaute hinein, dann forderte er Lätizia auf, hinein zu schauen. Lätizia sah milchigen Qualm und aufzuckendes hüpfendes Feuer.“ Die Optik des Fernrohrs läßt also zu wünschen übrig. Dies scheint auch Lätizia zu fühlen, denn sie fragt enttäuscht: „Sind das die Sterne?“ (Bd. 1, S. 402 ff.)

In Bd. II, S. 336/7 erfährt man, daß „Fachkundige es bestätigt haben, daß Saturn 10 Monde und einen feurig glühenden Ring besitzt, der in Purpur und Violett den ungeheuren Körper, der aus noch unabgekühlter Lava besteht, umgibt“. Dann wird über die Bewohnbarkeit der Saturnsmonde verhandelt.

Viel Astronomie ist auch im 2. Bande des „Eleagabal Kuperus“ von K. H. Strobl enthalten. In Kapitel 23 wird eine totale Sonnenfinsternis in ihrem Verlaufe und ihrer Wirkung auf die Stimmung der Menschen beschrieben. E. Kuperus baut ein Fernrohr auf, spannt zur Beobachtung der fliegenden Schatten ein weißes Tuch auf dem Boden aus und „verfolgt den Weg des wie ein graues Gespenst langsam (?) dahinziehenden Schattens mit raschen Strichen einer Zeichenkohle auf dem Tuche“. Die Zeichnungen erfüllen sein Herz mit bangen Sorgen um die Zukunft. (!)

Auch der Direktor des Observatoriums auf dem Schlangenberge, dessen Refraktor den des Lickobservatoriums beträchtlich an Lichtstärke übertrifft, ist durch die Entdeckung eines kleinen Planeten, der nach seinen Beobachtungen und Rechnungen mit der Erde zusammenstoßen muß, bestürzt, zumal seine Rechnungen durch die Beobachtung der am 5. März stattgefundenen Finsternis bestätigt werden (!). Auch empfängt er drahtlose Warnungssignale vom Mars. (Man vergleiche hierzu Flammarion, Ende der Welt, 4. Kap.) Die Nacht vom 20. März wird nun als mondlos beschrieben, während doch 14 Tage nach Neumond (Sonnenfinsternis) Vollmond sein müßte; dagegen wird richtig (S. 308) ein Aufgang des Mondes am Morgenhimmel des 28. Juni erwähnt. Man sieht also, wie vorsichtig der Dichter bei einer genauen Datierung der Tage mit der Schilderung der Himmelserscheinungen sein muß.

Im Januarheft 1920 des Sirius war auf astronomische Irrtümer Strindbergs hingewiesen worden; nicht erwähnt wurde eine Stelle seines Schauspiels Ostern: „Leonore: Als ich krank war, mußte ich eine Droge aus Bilsenkraut einnehmen, das die Eigenschaft hat, das Auge zu einem Vergrößerungsglase zu machen ... Belladonna dagegen macht, daß man alles verkleinert sieht ... nun, jetzt kann ich weiter sehen als andere, und ich kann die Sterne am hellen Tage sehen! (?) Benjamin: Aber die Sterne sind ja nicht da! Leonore: Wie lustig du bist! Die Sterne sind doch immer da ... und jetzt sitze ich gegen Norden und sehe die Cassiopeja, die einem *W* gleicht und mitten in der Milchstraße steht ... kannst du sie sehen?“ Da das Stück in der fraglichen Szene Gründonnerstag Mittag spielt,

steht die Cassiopeja ($\delta = 60°$) für Schweden ($\varphi = 60°$) im Zenith, so daß Leonore, selbst wenn man ihr solche wunderbaren Vergrößerungsaugen zubilligt, bei normaler Körperhaltung kaum die Cassiopeja im Norden erblicken kann.

Bei einiger Aufmerksamkeit wird man häufig auf solche astronomische Entgleisungen stoßen, und ähnliche auf anderen Gebieten, die etwas abseits der allgemeinen Erfahrung liegen, werden eben so oft vorkommen. Zur Vermeidung solcher Fehler halte man sich immer an Goethes Rat: „Man erkundige sich ums Phänomen, nehme es so genau damit als möglich und sehe, wie weit man in der Einsicht und in praktischer Anwendung damit kommen kann". [1202] J. Heilmann.

Rundschau.

Großes Meteor vom 1. Juli 1920. Am 1. Juli d. J. um $9^h 10^m$ vormittags wurde in Westdeutschland eine außergewöhnliche Meteorerscheinung beobachtet. Bei hellem Sonnenschein zog eine glänzende Feuerkugel, von Osten kommend, über die Gegend südlich vom Unterlauf des Mains hinweg und lenkte die Blicke zahlreicher Personen auf sich. Am Rhein bei Bingen und westlich davon wurde kurz darauf ziemlich starker Donner vernommen, und nach zuverlässigen Nachrichten sind bei Simmern im Hunsrück einige Meteoriten beim Fall beobachtet und von Landleuten gefunden worden. Die Steine sind von sachkundiger Seite in Verwahrung genommen worden, ihre Untersuchung ist noch nicht erfolgt. — Die Feuerkugel selbst wurde auf einem weiten Gebiet, von Westfalen bis zum Schwarzwald, wahrgenommen. Aus den z. T. noch unvollständigen Beobachtungen habe ich folgende vorläufige Ergebnisse abgeleitet: Der Hemmungspunkt lag 28 *km* hoch über $\lambda = 7° 26'$ $\varphi = +49° 58'$, nahe bei der durch das Niederfallen der Meteoriten bezeichneten Stelle, jedoch ist es wahrscheinlich, daß Teile des Meteors noch etwa 15 *km* weiter westlich bis $\lambda = 7° 14' \varphi = +49°$ gezogen sind, sodaß sich der Steinfall über das ganze zwischen beiden Punkten gelegene Gebiet erstreckt haben könnte. Das Meteor kam zum Endpunkt aus dem Azimut 283° mit 7° Neigung gegen die Horizontale. Der scheinbare Strahlungspunkt lag bei $\alpha = 125° \delta = -3°$ im Sternbild Monoceros. Infolge der geringen Neigung muß die Bahn des Meteors außerordentlich lang gewesen sein. Da das Aufleuchten großer Feuerkugeln in der Regel schon bei 200 *km* Höhe erfolgt, läßt sich im vorliegenden Fall auf eine Bahnlänge von mindestens 900 *km* schließen. Die Lichterscheinung hätte demnach über dem mittleren Teil von Ungarn begonnen, konnte aber wegen der Tageshelle selbstverständlich erst wahrgenommen werden, als das Meteor kurz vor der Hemmung eine außergewöhnliche Leuchtkraft erlangt hatte. Das Licht war so stark, daß die Feuerkugel noch in 20° Sonnenabstand eine glänzende Erscheinung darbot. Der Donner war nicht allzu kräftig; offenbar waren während des langen Zuges durch die Atmosphäre bereits wesentliche Massenverluste eingetreten, auch ist die Endhöhe verhältnismäßig groß. Die Mitteilung weiterer Beobachtungen aus dem Leserkreise wäre sehr erwünscht.
[1219] C. Hoffmeister.

Vereinigung zur Verbreitung astronomischer Kenntnisse (V. A. K.). In der Tschecho-Slovakei hat sich eine Vereinigung zur Verbreitung astronomischer Kenntnisse (V. A. K.) am 30. Mai 1920 konstituiert, deren Vorsitzender Herr Apotheker Mag. A. Krause, Sternwarte Nixdorf, ist. V. A. K. ist kor-

poratives Mitglied der Internationalen Gesellschaft der Liebhaberastronomen (Ingedelia) geworden und richtet nach Mitteilung ihres Vorsitzenden ihre Beobachtungsgruppen der unsrigen gemäß ein, damit ein harmonisches Zusammenarbeiten von vornherein gewährleistet wird. Das Bestreben der V. A. K., Volkssternwarten zu errichten, empfehlen wir hiermit aufs wärmste allen interessierten Kreisen. 1273

Bücherschau.

R. Henseling, Taschen-Sternkarte einstellbar für jede beliebige Zeit. Stuttgart 1920, Franckhsche Verlagshandlung.

In sehr handlichem Format wird hier eine drehbare Sternkarte geboten, die trotz ihrer Kleinheit alle zur Orientierung am Himmel notwendigen Sterne gibt. Auch die bekannten leicht zugänglichen Nebel in der Andromeda und im Orion sind nicht vergessen. Der begleitende Text gibt auf 14 Seiten alles für den ersten Anfänger Wissenswerte und macht besonders schön den Unterschied zwischen Stern- und Sonnenzeit anschaulich. Eine Zusammenstellung der hellsten Fixsterne mit ihren (soweit bekannt) Entfernungen und Eigenbewegungen, der Daten der großen Planeten und ein Sternschnuppenkalender vervollständigen das nützliche Heftlein, dem wir gern eine große Verbreitung wünschen. [1199] P. H.

G. Berndt, Physikalisches Wörterbuch. Teubners kleine Fachwörterbücher 5. 200 S. 8° mit 81 Fig. im Text. Teubner 1920. Preis geb. ℳ 5.—.

Prof. Berndt gibt in diesem kleinen Wörterbuch ein knapp gefaßtes Nachschlagewerk, um etwa während der Lektüre sich erhebende physikalische Fragen (einschl. Fernoptik und Meteorologie) rasch zu erledigen. Zum Schluß ist für solche, die sich weiter bilden wollen, eine Literaturübersicht angefügt. Soweit erforderlich ist bei den einzelnen Worten deren Etymologie gegeben, deren Nachprüfung im einzelnen Dr. A. P. F. Richter besorgte.

Bei den wahnsinnig gestiegenen Bücherpreisen von heute wird das kleine Werk gewiß vielen willkommen sein. [1195] Kr.

Prof. Dr. G. Berndt, Radioaktive Leuchtfarben. Sammlung Vieweg, Braunschweig' 108 + IV S., 28 Fig. im Text und auf 1 Tafel. Preis geh. ℳ 7.60 + Zuschl.

Die radioaktiven Leuchtfarben erlangen je länger je größere Bedeutung für die Ausrüstung von im Dunkeln zu gebrauchenden Apparaten und werden bald auch in die Praxis des Sternforschers mehr Eingang finden. Die noch mit vielen Vorurteilen durchsetzte, arg verstreute Literatur hat Berndt hier sehr zweckmäßig gruppiert und dargestellt. Für den industriell Interessierten ist das Bändchen wohl kaum zu entbehren. [1200] Kr.

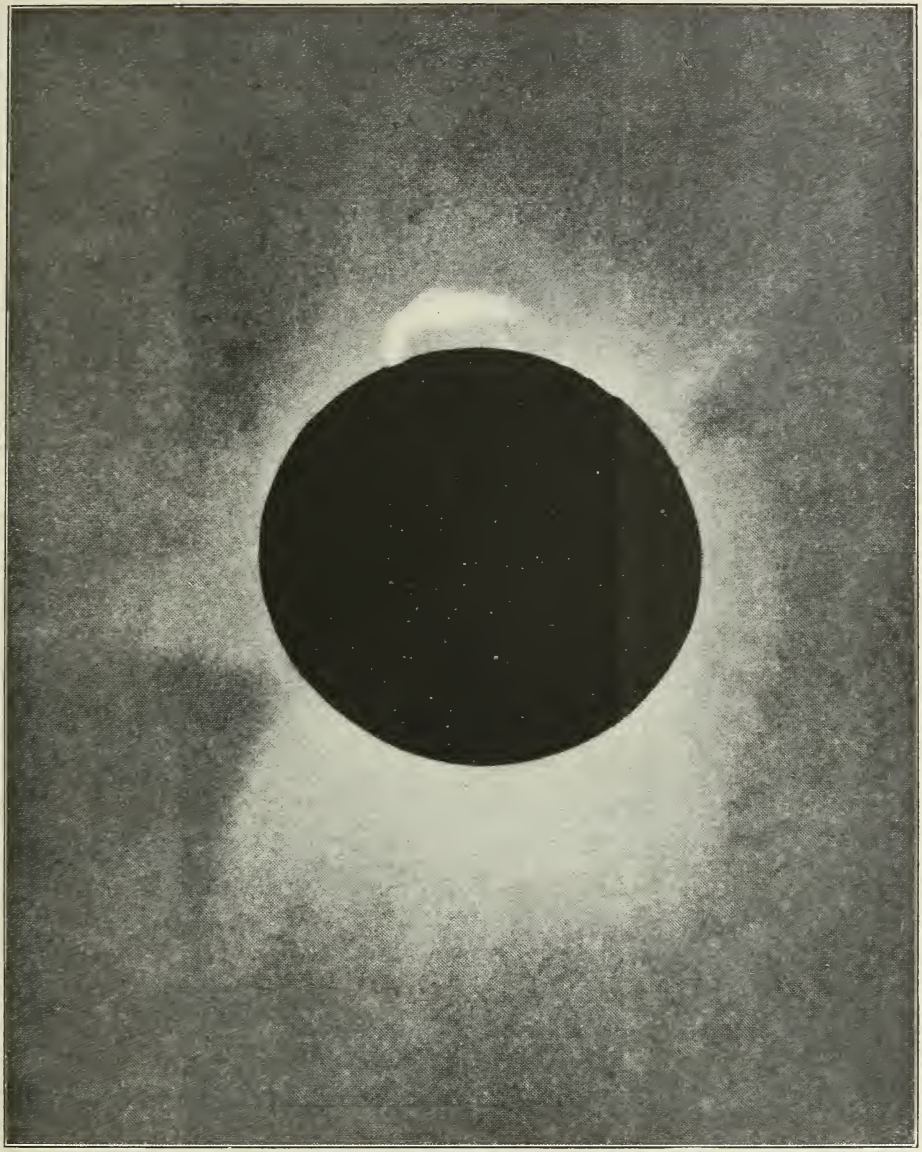
Ingedelia.

Ortsgruppe Berlin. Die nächsten Vorträge (wie üblich in der Übungssternwarte der Universität, Invalidenstr. 57—63) finden statt:

Septbr. 1. Dr. H. H. Kritzinger: Die neuesten Versuche zur Entfernungsbestimmung der Sternhaufen und Spiralnebel.

Oktober 6. Arno Penkuhn: Meine Erfahrungen bei der Selbstherstellung eines Spiegels.

Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40778
Schriftleitung: Paul Hügeler, Berlin SO 33, Schlesischestr. 21.



Die totale Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919.

Aufgenommen von der Expedition des Smithsonian-Instituts unter Leitung von C. G. Abbot und A. F. Moore.

Band 53 1920

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit **Prof. Dr. G. Berndt** und **Prof. C. Metger** herausgegeben von **Dr. Hans-Hermann Kritzinger** in Berlin

Oktober 1920.

»Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit.« Kosmos.

Jeden Monat 1 Heft. — Jährlich 20 Mk.

Verlag von EDUARD HEINRICH MAYER in Leipzig.

INHALT: Die Aufsturzhypothese der Mondkrater. Von Alfred Wegener. (Mit 1 Abb. und Tafel X.) S. 189. — Die fundamentalen Sternkataloge. Von Dr. I. Hopmann. S. 195. — Doppelmaiers Himmelsatlas. Von stud. astr. W. Malsch. (Hierzu Tafel XI.) S. 198. — Der Neue Stern im Schwan. (Nova Cygni 1920.) S. 201. — Hermann Struve †. Von H. H. Kritzinger. S. 203. — Rundschau. S. 204. — Meinungsaustausch. S. 206. — Bücherschau. S. 207. — Ingedelia. S. 208.

Die Aufsturzhypothese der Mondkrater.

Von **Alfred Wegener.**

(Mit 1 Abb. und Tafel X)

Die sehr zahlreichen Hypothesen der Entstehung der Mondkrater gliedern sich in folgende vier Haupttypen:

1. Die Blasenhypothese, dargelegt u. a. von F. Sacco 1913 im Artikel „Selenographie" im Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Hiernach wären die Mondkrater die Reste geplatzter Gasblasen. Zahlreiche Autoren, wie R. Hooke, Secchi, J. Bergeron, A. St.-Claire, Humphreys, Puiseux, F. Sacco u. a. vertreten — in dieser oder jener Modifikation — diese Hypothese, und Hooke, Poulett Scrope, Bergeron, Stewart Harrison, de Beaumont, Gorini, St. Meunier, Sacco u. a. haben sie auch durch Versuche gestützt, indem sie verschiedene teigartige Substanzen, wie Gips, Kalk, Schwefel, Wachs, Ton langsam erstarren und durch die erstarrende Masse Blasen aufsteigen ließen.

2. Die Gezeitenhypothese, dargelegt und befürwortet u. a. von Schei-ner 1908 in seiner „populären Astrophysik" S. 493. Sie ist besonders von Faye, Ebert und Hannay ausgebildet und von Ebert durch Versuche gestützt worden. Nach ihr soll das glutflüssige Innere des damals noch schneller rotierenden Mondes infolge der durch die Erde hervorgerufenen Gezeiten periodisch aus Öffnungen der schon erstarrten äußeren Kruste herausgetreten und wieder zurückgesunken sein und auf diese Weise Krater, ähnlich unseren Schlammvulkanen, aufgebaut haben.

3. Die vulkanische Hypothese, vertreten hauptsächlich von geologischer Seite, insbesondere von Alex. v. Humboldt, E. Sueß, S. Günther („Vergleichende Mond- und Erdkunde"), v. Wolff („Der Vulkanismus") u. a.

4. Die Aufsturzhypothese, vertreten von Proctor, Meydenbauer, H. u. A. Thiersch (Asterios), Althans, Gilbert, Shaler, Schwarz, W. Meyer, Martus,

S e e u. a., und durch Versuche erläutert namentlich von A l t h a n s, M e y d e n b a u e r und neuerdings dem Verfasser[1]).

Neben diesen vier Haupttypen gibt es zahlreiche Zwischenformen, welche meist die eine oder andere Schwierigkeit umgehen, aber dafür neue Schwierigkeiten oder Unklarheiten schaffen. Auf diese gehen wir hier nicht ein.

Die Abneigung, mit der zahlreiche exakte Forscher noch heute der ganzen Frage gegenüberstehen, ist unberechtigt. Wir kennen die Topographie der Mondoberfläche mit einer für diese Zwecke mehr als hinreichenden Genauigkeit. Wir haben auch begründete, wenngleich naturgemäß hypothetische Vorstellungen über die Art des Gesteinsmaterials, aus welchem die Oberfläche besteht. Wir können also nicht behaupten, daß uns irgendeine wichtige Beobachtungsgröße noch fehlt, bis zu deren Beschaffung wir berechtigt wären, die Frage zurückzustellen.

In der Vielzahl der Hypothesen zur Entstehung der Mondkrater zeigt sich aber eine Verwirrung der Ansichten, die heute nicht mehr notwendig erscheint. Die neuere Geophysik liefert uns nämlich Kriterien, welche zur unbedingten Ablehnung der ersteren beiden Erklärungsgruppen führen, und zwar durch eine Betrachtung über das Verhältnis der Massenkräfte zu den Molekularkräften. Im Laboratorium ist die Massenanziehung so gering, daß es der feinsten Instrumente bedarf, um sie überhaupt nachzuweisen. Hier überwiegen weit die Molekularkräfte. Gehen wir aber zu den Dimensionen der Weltkörper über, so werden die Massenkräfte in ungeheurem Maße vergrößert, während die Molekularkräfte nicht wachsen können. Daher überschattet im Kosmos die Gravitation alle anderen Kräfte in solchem Maße, daß die theoretische Astronomie fast nur mit ihr zu tun hat. Infolgedessen lassen sich alle solche Experimente, die auf Molekularkräften beruhen, nicht auf kosmische Dimensionen übertragen. Blasen können also auf dem Monde nicht größer werden als auf der Erde. Wollte man die 50 *km* Durchmesser haltenden Mondkrater als geplatzte Blasen ansprechen, so beginge man denselben Gedankenfehler, als wenn man das Schwimmen eines Ozeandampfers wie das der kleinen Wasserkäfer und Wasserläufer auf die Oberflächenspannung zurückführen wollte. Dies macht die Annahme der Blasenhypothesen unmöglich.

Aber auch die Gezeitenhypothese muß vor diesem Kriterium fallen. Sie setzt ja voraus, daß die äußerste Kruste ihre Form starr behält, während das darunter befindliche Magma Gezeiten hat. Nun schwimmt aber, wie die Isostasie der Erdrinde lehrt, die äußerste Gesteinskruste auf dem Magma. Und dieses Schwimmen geschieht auf Grund von Massenkräften. Die Gezeitenhypothese macht die unmögliche Annahme, daß diese Massenkräfte von den Molekularkräften der erstarrten Rinde überwunden werden sollen. Ein Beispiel zur Erläuterung: Wenn im Winter das nördliche Eismeer mit einem noch so starren Panzer von Meereis bedeckt ist, so wäre es doch ausgeschlossen, die Gezeiten des darunter liegenden Meereswassers etwa in einem Loch in der Eisdecke zu beobachten, denn die ganze Eisdecke macht diese Bewegungen natürlich vollkommen mit. So würde auch die Festigkeit der Mondrinde von den Massenkräften spielend überwunden werden[1]).

[1]) A. W e g e n e r, Versuche zur Aufsturztheorie der Mondkrater, Abh. d. Leop.-Carol. Deutsch. Ak. d. Naturf., 106, Nr. 2. Halle 1920, S. 107 bis 117 mit 2 Tafeln.

[1]) In gleicher Weise müssen wir die Erklärung ablehnen, welche H o m m e l in dieser Zeitschrift (1919 S. 97 bis 101, 134 bis 139, 147 bis 152) für einen großen Teil der Mondkrater angegeben hat, verleitet durch die von ihm reproduzierten Bilder von napfartigen Verwitterungsformen auf einer Schneedecke. Die Entstehung dieser dem Glaziologen wohlbekannten Schneeformen ist zwar noch nicht restlos geklärt,

Von den übrig bleibenden Hypothesen Nr. 3 und 4 ist die vulkanische die älteste und nächstliegende. Sie ist aber aus drei Gründen unbefriedigend.

Erstens stimmt das Profil der Mondkrater bei näherer Betrachtung zu wenig mit dem der irdischen Vulkanprofile, wie besonders aus Eberts Ausmessung von 92 Mondkratern hervorgeht. Während irdische Vulkane fast stets Berge sind, stellten die Mondkrater nur in 28 Fällen eine Erhöhung, in 64 dagegen eine Vertiefung dar. Die Kratertiefe ist bei irdischen Vulkanen nur ein Bruchteil der äußeren Höhe des Kraterwalles, auf dem Monde ist sie zwei- bis dreimal so groß wie diese, so daß hier der Kraterboden tief unter dem Niveau der Umgebung liegt. Der Zentralberg, der bei irdischen Vulkanen meist ihren höchsten Punkt darstellt, erreicht auf dem Monde noch nicht einmal das Niveau der äußeren Umgebung. Dazu kommt die Riesenausdehnung der Mondkrater (rund das 10fache der irdischen) und ihr im Vergleich dazu äußerst flacher Bau. Das sind grundsätzliche Unterschiede, die sich mit der Natur der uns bekannten vulkanischen Kräfte und Erscheinungen sehr schwer vereinigen lassen.

Zweitens widerspricht die Regellosigkeit, mit der die Mondkrater übereinander gelagert sind, durchaus der Annahme einer Entstehung von unten, weil sich nirgends erkennen läßt, daß der neue Ausbruch durch die vorgegebene Modellierung der Oberfläche irgendwie beeinflußt wäre. Die Verteilung der jüngeren Krater über den älteren scheint vielmehr rein nach dem Gesetz des Zufalles erfolgt zu sein.

Drittens — und dies ist wohl das Entscheidende — läßt sich der von den Anhängern der vulkanischen Hypothesen, wie v. Wolff, Franz u. a., künstlich gezogene Unterschied zwischen Kratern und Mare-Ebenen auf dem Monde nicht aufrecht erhalten. Das Mare Crisium zeigt noch die volle Umwallung, beim Mare Serenitatis und Mare Imbrium sind noch große Stücke ihrer Umwallung deutlich erhalten, so daß wir hier auch den Übergang zu solchen Mare-Flächen haben, bei denen die Umwallung ganz fehlt. Und auch in der Größe bilden die Mare-Flächen nur den Abschluß der ganzen Folge, die bei der Sichtbarkeitsgrenze (Durchmesser etwa 1 *km*) beginnt, und deren Ende folgendermaßen lautet:

Ptolemäus	$\lambda = -2°$	$\beta = -9°$	161 *km* Durchm.	
Petavius	+59	—25	174	
Gauß	+79	+36	183	
W. Humboldt	+81	—27	189	
Schiller	—38	—52	192	
Riccioli	—76	— 3	192	
Schickard	—54	—44	223	
Clavius	—15	—58	248	
Grimaldi	—67	— 6	254	
Mare Humboldtianum	+80	+60	300	Kratermeere
Otto Struve	—75	+23	310	Kratermeere
Bailly	—70	—68	310	Kratermeere
Mare Crisium		45	0—500	Mare
Mare Serenitatis			700	Mare
Mare Imbrium			1000	Mare

---

doch scheint so viel sicher zu sein, daß es sich um Unterschiede der Dichte des Schnees mit teilweise schichtförmiger Anordnung handelt, welche auf den Gang der Abschmelzung Einfluß hat. Jedenfalls spielen hierbei die Molekularkräfte eine Rolle, und es erscheint unmöglich, anzunehmen, daß entsprechende Formen auch in der Größe von 50 bis 100 *km* vorkommen könnten — Im übrigen enthalten Hommels Darlegungen eine Verquickung verschiedener Grundhypothesen, namentlich der Gezeitenhypothese und der vulkanischen.

Wir stehen also zweifellos vor der Notwendigkeit, für die Mondkrater eine Erklärung zu finden, welche die ganz oder teilweise umwallten Mare mit einbegreift. Die vulkanische Hypothese ist aber hierzu nicht imstande, denn die von E. Sueß vorgeschlagene Erklärung der Mare als Aufschmelzungen wird ihrer Umwallung nicht gerecht.

Wie steht es nun mit der Aufsturzhypothese? Gerade diese, von fachmännischer Seite bisher wohl am seltensten vertretene Hypothese erweist sich bei näherer Prüfung als die aussichtsreichste. Unserem eingangs erwähnten geophysikalischen Kriterium hält sie glänzend Stand, denn ein Aufsturzkrater entsteht durch Massenkräfte; Laboratoriumsversuche dieser Art lassen sich also ohne Schwierigkeit auf kosmische Dimensionen übertragen. Allerdings waren die bisherigen Versuche zur Aufsturztheorie so unsystematisch, daß sie kaum viel zur Klärung der Frage beitragen konnten. Die Bedingungen für das Entstehen und das Fortbleiben des Zentralberges blieben unklar, und die erhaltenen Krater zeigten Profile, deren Zahlenverhältnisse — soweit sie überhaupt ein Urteil hierüber zuließen — von dem der Mondkrater recht abweichend waren. Diese Mängel zu beheben, war der Zweck meiner Versuche, die im Winter 1918/19 im Physikalischen Institut zu Marburg angestellt wurden. Ihre wichtigsten Ergebnisse seien kurz zusammengestellt.

Sowohl für die Grundmasse wie für den aufstürzenden Körper wurde Zementpulver benutzt. Die Pulverform empfiehlt sich aus Gründen der mechanischen Ähnlichkeit, weil wir die hierbei geringe Kohäsion schon mit mäßigen Aufsturzgeschwindigkeiten überwinden, während auf dem Monde die kosmischen Aufsturzgeschwindigkeiten imstande sind, auch die viel größere Kohäsion des festen Gesteins zu überwinden.

Abb. 1 und 2 auf Tafel X zeigt einen der so erhaltenen Krater mit Zentralberg. Zum Werfen wurde meist ein halber Eßlöffel voll Zementpulver benutzt, dessen Inhalt durch einen kurzen Schwung auf die vorbereitete Grundmasse herabgeschleudert wurde. Die Krater ließen sich ohne Formveränderung fixieren, indem sie vorsichtig mit Wasser bestäubt und am nächsten Tag, wenn ihre Oberfläche erhärtet war, ganz mit Wasser durchtränkt wurden. Es gelang auch, die Bedingungen für das Entstehen des Zentralberges zu ermitteln. Er entstand stets und nur dann, wenn die Dicke der Grundmasse kleiner als etwa $^1/_8$ des Kraterdurchmessers war. Weil so dünne Stücke in der Regel beim Erhärten zerbrechen, wurde als Unterlage eine festgedrückte Pulverschicht von mehreren Zentimetern Dicke angebracht, die wegen ihrer Festigkeit an der Kraterbildung nicht mehr teilnahm, und über sie eine dünne lockere Schicht gestreut. Bei dem in Abb. 1 und 2 abgebildeten Krater ist die festgedrückte Unterlage etwa 3, die lockere Schicht darüber etwa 1 *cm* dick.

Um den Bau des ganzen Kraters genauer kennen zu lernen, wurde einige Male als aufstürzender Körper nicht Zement, sondern Gipspulver verwendet und zwischen der festgedrückten und der lockeren Grundschicht eine dünne Zinnoberschicht eingestreut. Einen so erhaltenen, nachträglich durchgeschnittenen Krater zeigt Abb. 3. Der Gips bedeckt als dünner, gleichmäßiger Überzug das ganze Innere des Kraters, um in der Kammhöhe des Ringwalles jäh abzubrechen. Außerhalb des Kraters liegende, zur Hälfte aus Gips bestehende Stücke zeigten, daß der Kraterwall beim ersten Entstehen noch höher war und daß sein oberster Teil nach außen fortgeblasen wurde. In der tiefsten Zone des Kraters ist die lockere Oberschicht des Grundes ganz fortgeräumt, so daß hier unmittelbar Gips auf Zinnober liegt. Der Zentralberg besteht nicht etwa nur aus der aufstürzenden Masse, sondern

der Gips bekleidet auch ihn nur oberflächlich, im Innern enthält er einen (wie ein anderer Versuch nach Entfernung der Gipsdecke zeigte) sehr glatten Kegel aus dem Zement der lockeren Oberschicht des Grundes.

In bezug auf gewisse Einzelheiten in den Formen dieser Aufsturzkrater sowie auf Versuche mit zähflüssigem Zementbrei und solche zur Erklärung der Strahlensysteme als Staubstrahlen beim Aufsturz muß auf die Originalabhandlung verwiesen werden.

Bei 18 Staubkratern wurden die Profile ausgemessen und ergaben folgende Dimensionen (in *mm*):

	Durchmesser	Äußere Wallhöhe	Innere Kratertiefe	Höhe des Zentralberges
Kleinster Krater	41	4.5	7.5	4.0
Größter Krater	122	9.0	18.5	5.5
Mondähnlichster Krater . . .	98	6.0	9.5	4.0
Mittel aus 18 Kratern . . .	67	4.0	10.8	3.8

Die innere Tiefe ist also bei unseren Kratern im Mittel $\frac{10.8}{4.0} = 2.7$ mal so groß wie die äußere Wallhöhe. Auf dem Monde beträgt dies Verhältnis nach E b e r t, wie erwähnt, 2—3, während es bei irdischen Vulkanen ein sehr kleiner Bruch ist.

Aus dem mittleren Profil der Aufsturzkrater, welches in Abb. 4 dargestellt ist, erhellt ohne weiteres, daß das Ganze eine Vertiefung, nicht eine Erhöhung gegenüber dem Niveau der äußeren Umgebung darstellt. Auch hierin besteht also Übereinstimmung mit dem Monde.

Der Gipfel des Zentralberges liegt bei unseren Versuchen in fast allen Fällen noch erheblich unter dem Niveau der äußeren Umgebung (im Mittel um 3 *mm*), wie es nach E b e r t auch bei den Mondkratern der Fall ist.

Nur die Kratertiefe ist im Verhältnis zum Durchmesser bei uns noch immer etwas zu groß. Nach E b e r t ist dies Verhältnis auf dem Monde am häufigsten 1 : 17, die Einzelwerte schwanken zwischen 1 : 7 und 1 : 70, während unsere Versuche im Mittel 1 : 6 und erst beim flachsten Krater 1 : 10 geben. Indessen können hieraus doch keine Bedenken abgeleitet werden; ich habe E b e r t s Zahlen erst nach Abschluß meiner Versuche kennen gelernt und bin infolgedessen gar nicht darauf ausgegangen, noch flachere Krater zu erhalten. Wahrscheinlich ist dies ohne weiteres möglich, wenn man die lockere Schicht der Grundmasse noch dünner anlegt und den Wurf mit größerer Kraft führt.

Die vorliegenden Versuche geben also das natürliche Profil der Mondkrater in einer Treue wieder, wie es keine der anderen Hypothesen auch nur entfernt zu leisten vermag. Hierdurch werden diese Versuche zu einem starken Argument für die Richtigkeit der Aufsturzhypothesen.

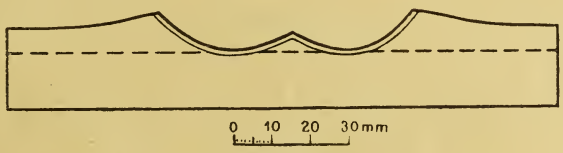


Abb. 4. Mittleres Profil eines Absturzkraters.

Bekanntlich stehen der Annahme dieser Aufsturzhypothesen gewisse Bedenken im Wege, die sich nicht aus den

Formen der Mondoberfläche herleiten, sondern aus der Erwägung, daß die viel größere Erde doch erst recht die Spuren eines solchen kosmischen Bombardements zeigen müßte. Und dies ist nicht der Fall, denn der Meteoritenkrater in Arizona, so schlagend er die Möglichkeit der Entstehung großer Krater auf diesem Wege zu beweisen scheint, ist doch nur ein vereinzelter Fall, und würde es selbst dann bleiben, wenn sich manche bisher als vulkanisch bezeichnete Krater an anderen Orten bei näherer Untersuchung noch als Aufsturzkrater herausstellen sollten. Man könnte freilich diese Bedenken vorläufig beiseite schieben und die darin steckende Frage nach der Natur der aufstürzenden Körper als verfrüht bezeichnen. Denn wenn sich aus den Maßverhältnissen der Mondkrater und den sonstigen Erscheinungen der Mondoberfläche einwandfrei schließen läßt — und dies ist m. E. der Fall — daß es sich hier um Aufsturzkrater handelt, so haben wir offenbar diese Hypothesen anzunehmen, gleichgültig, ob wir uns schon jetzt brauchbare Vorstellungen über die Natur der aufgestürzten Körper machen können oder nicht.

Indessen sind die genannten Bedenken so wenig stichhaltig, daß wir ohne Mühe dies psychologische Hindernis für die Annahme der Aufsturzhypothese aus dem Wege räumen können.

Wir wissen sehr wenig von der Vorgeschichte unseres Mondes. G. H. Darwins Vorstellung, nach der er sich wie ein großer Tropfen von der rotierenden Erde abgelöst haben soll, wird heute wohl nur von wenigen unter den engeren Fachleuten für richtig gehalten. Manche Astronomen nehmen an, daß er ebenso wie die meisten anderen Monde unseres Systems eingefangen ist. Wenn dies zutrifft, können wir natürlich nicht erwarten, daß die Erde die gleichen Erlebnisse gehabt hat wie er. Wieder andere nehmen an, daß die Mondmasse früher in Ringform die Erde umgeben und später sich erst zu einem einzigen Körper vereinigt habe. Und gerade dieser Sammlungsvorgang soll es sein, dessen Abklingen die uns sichtbaren Spuren auf der Mondoberfläche hinterlassen hat. Das Aussehen des Mondes legt diesen Gedankengang besonders nahe, sowohl wegen der Anordnung der größten Aufsturzstellen, der Mare, in einem vom Äquator nicht allzu weit abweichenden Großkreis, als auch deswegen, weil die vielerorts erkennbaren Schmelzvorgänge offenbar gleichaltrig mit den älteren Kratern sind, während die frischesten, jüngsten Krater keine Schmelzungen, sondern Strahlensysteme, also Zerstäubungen, zeigen. Der Mond hat hiernach während der Bildungszeit der heute sichtbaren Krater eine starke Abkühlung erfahren. Nichts liegt näher, als anzunehmen, daß die hohe anfängliche Temperatur durch den Zusammensturz der Massen selbst erzeugt wurde und bereits während des Abklingens dieses Prozesses wieder durch Ausstrahlung verloren ging. Nehmen wir nun selbst an, daß die Erde genau den gleichen Bildungsgang durchgemacht hätte — was höchst fraglich ist —, so wäre doch beim Zusammensturz so viel größerer Massen zweifellos eine viel höhere Temperatur entwickelt worden, und der größere Weltkörper hätte sie länger bewahren müssen, so daß hier auch das Abklingen des Sammlungsprozesses noch in die glutflüssige Phase fiel und keine Spuren hinterließ. Auch bei völliger Gleichheit der Vorgänge würden wir also nicht die Forderung stellen dürfen, daß auf der Erde auch die gleichen Spuren wie auf dem Monde sichtbar sein müßten. — Alles dies sind Spekulationen von heute sehr bedingtem Wert. Aber sie vermögen wohl soviel zu zeigen, daß die fast völlige Abwesenheit von Aufsturzkratern auf der Erde kein Hinderungsgrund für die Annahme der Aufsturzhypothese der Mondkrater sein kann.

Die fundamentalen Sternkataloge.

Von Dr. I. Hopmann, Bonn.

Die Grundlagen unserer Generalstabskarten, Meßtischblätter, Katasteraufnahmen usw. sind bekanntlich engmaschige Dreiecksnetze, bei denen in etwa 2 bis 3 *km* Abstand Punkte durch Winkelmessung festgelegt werden. Diese trigonometrischen Punkte bilden das Gerippe der Karten, in das durch örtliche Kleinarbeit das Gelände eingetragen wird. Bei der Berechnung der T. P. hat es sich als unbedingt nötig erwiesen, Netze verschiedener Ordnung einzuführen, d. h. die Grundlage des Ganzen geben Dreiecke erster Ordnung von 30 bis 100 *km* Seitenlänge, in diese werden die Dreiecke zweiter Ordnung (10 bis 15 *km*) eingeschaltet, in diese wiederum die dritter Ordnung usw. Die Lage der Punkte zweiter Ordnung hängt ab von der als richtig angenommenen der Punkte erster Ordnung.

In gleicher Weise geht die Astronomie bei genauen Ortsbestimmungen von Gestirnen vor, wie dies nachfolgende Beispiele zeigen mögen. — So mißt man bei einer Kometenbeobachtung den Rektaszensions- und Deklinationsunterschied zwischen seiner augenblicklichen Stellung und der eines benachbarten Fixsterns, dessen Ort einem der zahlreichen Zonenkataloge entnommen wird. Diese sind hergestellt auf Grund von Meridiankreisbeobachtungen, bei denen wieder zur Ableitung der Instrumentar- und sonstigen Reduktionskonstanten die Örter besonders sicher festgelegter Sterne — der Fundamentalsterne — dienen. Ein zweites Beispiel ist die Ausmessung der Sternhaufen, die seit 1914 besonders in Bonn betrieben wird. Die photographischen Aufnahmen dieser interessanten Objekte werden unter dem Mikroskop ausgemessen, und die Lage der einzelnen Sterne zueinander so in geeignetem Maße bestimmt. Zur Feststellung von Nullpunkt, Maßstab und Orientierung der Plattenkoordinaten zum Himmel müssen theoretisch die Rektaszensionen und Deklinationen zweier Sterne (Anhaltsterne) auf der Platte bekannt sein. Zur Erhöhung der Sicherheit nimmt man aber in der Praxis meist 7 bis 10 Anhaltsterne. — Für die etwa 30 Sternhaufen unseres Bonner Arbeitsprogramms geschahen die hierzu erforderlichen Meridiankreisbeobachtungen im vergangenen Jahre, wobei die Anhaltsterne eines jeden Haufens an vier benachbarte Fundamentalsterne angeschlossen wurden. Die letztgenannten Sterne, die trigonometrischen Punkte erster Ordnung am Himmel, sind in den verschiedenen Fundamentalkatalogen enthalten. Wie die Örter dieser Sterne aus sogenannten absoluten Beobachtungen ermittelt werden, kann wegen der hier notwendigen Kürze nicht länger dargestellt werden. Es seien hier nur die beobachtungstechnischen Schwierigkeiten und anschließend die Geschichte dieser Kataloge besprochen.

Die heutige Praxis der Meridiankreisbeobachtungen hat gezeigt, daß man etwa 500 bis 1000 gleichmäßig über den Himmel verteilte Fundamentalsterne nötig hat. Die älteren Astronomen — bis etwa 1880 — mußten sich vielfach mit weniger begnügen. — Da zur Bearbeitung der Beobachtungen die Eigenbewegungen der Sterne sehr genau bekannt sein müssen, kommen als Fundamentalsterne nur solche in Frage, von denen zahlreiche und gute Beobachtungen aus früheren Jahrzehnten vorliegen. Die Fundamentalkataloge enthalten daher nur helle, zum größten Teil mit freiem Auge sichtbare Sterne. Ungeeignet als Fundamentalsterne sind die Veränderlichen, da sich gezeigt hat, daß hierbei psychologische Fehler auftreten: helle und schwache Sterne werden beim Beobachten verschieden auf-

gefaßt (Helligkeitsgleichung). Ebenso sind die Doppelsterne wegen der Schwierigkeit der Beobachtung und ihrer meist noch nicht sicher bekannten Bewegung ungeeignet. —

Die Deklinationen werden bei absoluten Beobachtungen im allgemeinen festgelegt durch Messung der Kulminationshöhe des Sterns. Hierbei rühren die Unsicherheiten fast alle von der Strahlenbrechung in der Atmosphäre her. Man kennt eben zum Teil nicht genügend genau die Refraktionskonstante und die Anomalien, die aus der Unkenntnis der Temperaturverteilung in den oberen Schichten der Luft und in nächster Nähe des Beobachtungsinstrumentes (Saalrefraktion) herrühren. — Es ist also kein Wunder, daß die Deklinationen in den verschiedenen fundamentalen Beobachtungsreihen voneinander abweichen.

Nullpunkt der Rektaszensionszählung ist bekanntlich der Frühlingstagundnachtgleichenpunkt. Er wird festgelegt durch Beobachtung der Sonne im Frühjahr oder Herbst und einiger benachbarter Fixsterne. Sterne erster und zweiter Größe müssen hierzu kurz vor und nach Mittag beobachtet werden. Die übrigen Fundamentalsterne werden an diese angeschlossen. Unsicherheiten in den Rektaszensionen entstehen nun durch Auffassungsverschiedenheiten von Sonnen- und Sternbild im Fernrohr, das verschiedene Aussehen der Sternbilder bei Tages- und Nachtbeobachtung und besonders durch die Wärmeeinflüsse der Sonnenstrahlung auf das Instrument. — Die absoluten Beobachtungen ergeben nun einen Katalog der Fundamentalsternörter, der nur für die jeweilige Beobachtungsepoche gilt; denn durch die Eigenbewegung werden die Fixsternörter so stark geändert, daß schon nach wenigen Jahren die Positionen nicht mehr brauchbar sind. Diese Eigenbewegungen werden ermittelt durch den Vergleich der heute beobachteten Örter mit denen vergangener Jahrzehnte. Bei vielen Fundamentalsternen sind aber die Eigenbewegungen noch nicht genügend bekannt; infolgedessen kann eine heute noch brauchbare Position nach einigen Jahrzehnten zu ungenau sein. — Zum Beispiel hat der Stern Boss 306 für 1857 in Deklination einen wahrscheinlichen Fehler von $\pm$ 0·15″, 1930 dagegen beträgt dieser schon $\pm$ 0·51″. Während die erste Ortsbestimmung als recht gut bezeichnet werden kann, macht späterhin der wahrscheinliche Fehler ihn unbrauchbar als Fundamentalstern. Die Astronomie ist also dauernd genötigt, die Ortsbestimmung der Fundamentalsterne zu wiederholen und entsprechende Kataloge herauszugeben.

Die ersten noch heute durch ihre Genauigkeit verwendbaren Ortsbestimmungen stammen von dem berühmten Leiter der Greenwicher Sternwarte James Bradley (1730—1762); sie wurden aber erst 1818 von unserem großen Klassiker Bessel bearbeitet. Einen eigentlichen Fundamentalkatalog gab zuerst Bradleys Nachfolger Maskelyne (1802) heraus, auf Grund eigens hierfür angestellter Beobachtungen von Sonne und 36 Fixsternen. Es folgten dann die beiden Besselschen Fundamentalkataloge (1815 und 25) nach Königsberger Beobachtungen, wobei die Eigenbewegungen durch Vergleich mit Bradley abgeleitet wurden. Die nächsten Jahrzehnte brachten eine große Reihe absoluter Ortsbestimmungen (Airy in Greenwich, Struve in Pulkowa, Argelander in Abo). Diese wurden um 1860 von Wolfers zu einem Kataloge zusammengezogen und die Zahl der Fundamentalsterne auf 45 erhöht.

Bevor auf die neueren Kataloge eingegangen wird, muß erst einiges über die Zonenkataloge gesagt werden, die die Örter der ungeheuer zahlreichen schwachen Sterne enthalten. Die Arbeiten

Bradleys hatten, abgesehen von den Fundamentalsternen, die Örter der Fixsterne bis etwa zur sechsten Größe gebracht. Dem Bedürfnis der folgenden Jahrzehnte (bis etwa 1840) entsprechend suchten eine Reihe Astronomen die Örter möglichst vieler Fixsterne zu gewinnen, teils zur Inventarisierung derselben, besonders aber um die nötigen Anschlußsterne für Kometen- und Planetenbeobachtungen zu gewinnen. Genannt seien hier die großen Zonenkataloge von Lalande (47 000 Sterne), Bessel (62 000), Argelander (44 000). Am Meridiankreis wurde in schmalen Streifen der Himmel durchmustert und möglichst jeder Stern genau beobachtet. Immerhin konnten aber auf diesem Wege nicht alle Sterne — besonders in der Milchstraßengegend — erfaßt werden. Dem Organisationstalent Argelanders gelang es dann in den 50 er Jahren — nachdem eine Kooperation mehrerer Sternwarten nicht den gewünschten Erfolg hatte — eine völlige Aufnahme des nördlichen Himmels durchzuführen, d. h. die Örter aller Fixsterne bis zur neunten Größe einschließlich, genähert, aber zur Identifizierung genügend genau festzulegen. Dieses große Werk, die Bonner Durchmusterung, enthält 314 000 Sterne und ist bis auf den heutigen Tag für die gesamte praktische Astronomie grundlegend geblieben. Unter Argelanders Führung wurde dann 1867 die „Internationale Astronomische Gesellschaft" gegründet. Seiner Anregung entsprechend verteilte sie die verschiedenen Deklinationszonen an einzelne Sternwarten, und diese legten durch Meridiankreisbeobachtungen die Örter aller B. D.-Sterne bis zur Größe 9.0 genau fest. Zur Bearbeitung dieser Beobachtungen waren nach dem eingangs Gesagten zahlreiche Fundamentalsterne nötig. Ein neuer Fundamentalkatalog mußte erst aufgestellt werden. Diesen lieferte Auwers (1876). Die zugehörigen neuen absoluten Beobachtungen geschahen auf der großen russischen Sternwarte in Pulkowa. Sein Katalog enthielt 539 Sterne. Die Eigenbewegungen sind auch hier wieder der schwache Punkt; sie sind nur durch Vergleich mit Bradley abgeleitet worden. Die alten Beoabchtungsreihen zeigen naturgemäß stärkere systematische und zufällige Fehler, die in die Werte der Eigenbewegung hineingehen. Fehler von Bradley mußten mit der Zeit die Örter des Auwersschen Katalogs trotz der guten Pulkowaer Beobachtungen unsicher machen. Um sie weiterhin zu sichern, wurden deshalb in den 90 er Jahren in Paris, Greenwich und vor allen Dingen in Berlin besondere Beobachtungsreihen angestellt. Die oben erwähnte große Katalogisierungsarbeit verlangte die rasche Herstellung eines Fundamentalkatalogs, wodurch das Verfahren Auwers (Ableitung der Eigenbewegung einzig durch Vergleich mit Bradley) begründet ist. Von anderer Seite geschah inzwischen eine mehr oder weniger einheitliche Bearbeitung der vorliegenden absoluten Beobachtungen. Je nachdem die Bearbeiter dabei den einzelnen Katalogen verschiedenen Wert zulegten, mußten sie zu etwas abweichenden Ergebnissen kommen. (Der von Auwers stets für sehr wichtig erachtete Bradley wurde z. B. von Boß mit sehr geringem Gewicht in Rechnung gestellt.) So entstand 1902 der Fundamentalkatalog von Newcomb mit rund 1600 Sternen. Er ist aus nicht näher hier zu erörternden Gründen recht hastig bearbeitet worden, weshalb, wie sich nachträglich herausgestellt hat, die einzelnen Sternörter oft erheblicher Verbesserungen bedürfen. 1903 gab Boß einen Fundamentalkatalog von 627 Sternen heraus auf Grund sehr eingehender Diskussion des vorliegenden Materials; 1907 Auwers die endgültige Ausfeilung seines Katalogs unter dem Namen „Neuer

Fundamentalkatalog" (920 Sterne). Dieser kann auch heute noch als das beste der vorhandenen Systeme angesehen werden. 1910 erschien ein zweiter Katalog von Boß der „Praeliminary Generalcatalog" (6188 Sterne), dessen umfangreiches Material zu vielen weiteren Untersuchungen, Bewegung der Sonne durch das Weltall, die verschiedenen Sternströme usw. Anlaß gegeben hat.

Wie das oben angeführte Beispiel zeigte, sind trotz aller exakten Bearbeitung viele der Boßschen Fundamentalsterne nicht mehr besonders sicher. Verschiedene Sternwarten bemühen sich daher augenblicklich erneut, durch absolute Ortsbestimmungen die Katalogpositionen zu verbessern. Neben Greenwich, der Kap- und amerikanischen Sternwarten sind es vor allen Dingen Berlin und Kiel. (Auf die Pulkowaer Sternwarte, die fast ein Jahrhundert lang führend auf diesem Gebiete war, können wir z. Zt. nicht rechnen). In allen Fragen der Bestimmung astronomischer fundamentaler Konstanten und Örter war seither die deutsche Schule führend; hoffentlich kann sie es auch weiterhin trotz der Konkurrenz Amerikas bleiben.

[1226

Doppelmaiers Himmelsatlas.[1])

Von stud. astr. **W. Malsch**, Karlsruhe.

(Hierzu Tafel XI.)

Auf dem Mond, dem „Kirchhof der Astronomen", führt ein am Südostrande des Mare Humorum liegendes Ringgebirge den Namen Doppelmaier. Wenn wir die Werke jenes Astronomen betrachten, so können wir verstehen, daß er diese Auszeichnung wohl verdient. Doppelmaiers Vaterstadt ist Nürnberg, wo er 1671 geboren wurde und auch (seit 1704) Professor der Mathematik am Ägidien-Gymnasium war. Er starb am 1. Dezember 1750. Unter seinen astronomischen Werken[2]), die über die totale Sonnenfinsternis von 1706, über Sonnenuhren u. a. handeln, findet sich an letzter Stelle sein im 71. Lebensjahre herausgebrachter „Himmelsatlas, in welchem die sichtbare Welt und die bemerkenswerten Erscheinungen aller Gestirne in dieser bezüglich ihrer Helligkeit, Form, Aussehen, Bewegung, Verfinsterungen, Bedeckungen, Vorübergänge, Größe, Entfernungen usw. nach den Hypothesen des Nic. Coppernicus und teilweise des Tycho de Brahe dargestellt sind, besonders nach dem Anblick von der Erde aus, aber auch wie sich derselbe nach den Ergebnissen der Forschung von den andern Planeten und vom Mond aus darbieten würde, hauptsächlich nach den Beobachtungen der berühmtesten Astronomen mit Abbildungen beschrieben von Joh. Gabriel Doppelmaier, Mitglied der Kaiserl. Leopold. - Carol. - Akademie und der Petersburger Akademie, ebenso der Kgl. wissenschaftlichen Gesellschaften in England und Preußen, nicht zuletzt Professor der Mathematik zu Nürnberg". So lautet der langatmige lateinische Titel in der Übersetzung. In den Besitz eines sehr wohlerhaltenen Exemplares dieses Werkes gekommen, sei es mir erlaubt, hier einiges darüber zu berichten.

Das Werk ist, dem Geschmack seiner Entstehungszeit entsprechend, mit schönen, künstlerisch ausgeführten Kupferstichen verziert. Dem Titelbild folgt das oben in Übersetzung wiedergegebene

[1]) J. G. Doppelmaiers „Atlas coelestis" von 1742.

[2]) Näheres siehe Mädler, Geschichte der Himmelskunde. Bd. I.

Titelblatt und ein Inhaltsverzeichnis der 30 Tafeln. Diese Tafeln sind alle mit der Hand koloriert und, wie schon erwähnt, zum großen Teil durch hübsche Randkupfer ausgeschmückt. Die erste Tafel führt uns die verschiedenen sphärischen Koordinatensysteme und den Gebrauch der Armillarsphären und des Himmels- und Erdglobus vor. Die folgende Tafel[1]) stellt „Das Sonnensystem nach der coppernicanischen Hypothese nach den überaus anschaulichen Ableitungen des berühmten Huyghen..." dar. Bei jedem Planeten steht seine Umlaufszeit, Angaben über Sichtbarkeit der anderen Planeten und der Sonne von dem betreffenden Planeten aus usw. In den Ecken des Blattes finden sich, unterbrochen von Gruppen von Putten, die astronomische Geräte handhaben, die Größenverhältnisse der Planeten zur Sonne und eine Darstellung der z. B. für Nürnberg totalen Sonnenfinsternis vom 17. Mai 1706: oben die Sonne, umgeben von den sichtbar gewordenen Planeten Venus, Saturn und Jupiter, dann der Mond, den eine Atmosphäre umgibt (wohl zur Erklärung der Sonnenkorona) und unten eine Erdkarte. In einer andern Ecke steht die Bemerkung, daß man annehmen müsse, nicht nur die Sonne, sondern auch alle andern Fixsterne hätten ein Gefolge von Planeten um sich, was auch noch durch eine Abbildung veranschaulicht ist. Tafel 3 stellt andere Weltsysteme dar, zunächst das tychonische, daneben das sog. ägyptische und dasjenige von Riccioli. Auch dieses Blatt ist mit köstlichen Kupferstichen verziert: um den auf seinem Wagen fahrenden Helios tanzen die personifizierten Planeten.

Auf dem nächsten Blatt werden die Hypothesen der Planetenbewegungen nach Coppernicus, Kepler, Seth Ward (Prof. der Astronomie zu Oxford, älterer Zeitgenosse Newtons), Ismaël Bulliald und Nicolaus Mercator erläutert. Die fünfte Tafel ist ein hochinteressantes Stück. In der Mitte wird die Entstehung der Jahreszeiten, der Planetenphasen und der verschiedenen Erscheinungen am Saturnring beim Umlauf um die Sonne gezeigt. Das Interessanteste aber sind die Abbildungen von Planetenoberflächen an den Ecken des Blattes: Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Speziell die Bilder von Jupiter (die besten Zeichnungen stammen von Cassini) stellen den Beobachtern der damaligen Zeit ein ehrendes Zeugnis aus. Das sechste Blatt stellt die Entstehung der Jahreszeiten für die Erde im besonderen und am Rand noch die Weltsysteme von Ptolemäus, Plutarch, Platon, William Gilbert (Londoner Arzt, ca. 1600) u. a. dar. Eine allegorische Abbildung versinnbildlicht hierbei die Jahreszeiten der Erde. Die folgenden vier Tafeln sind den Planetenbewegungen und den in dieses Gebiet fallenden Dingen, wie Planetenvorübergänge vor der Sonne, Schleifen der scheinbaren Bahnen usw., gewidmet. Die Planetenbewegungen werden sowohl nach Coppernicus wie nach Tychos System erklärt. Alle Blätter sind wieder mit hübschen Kupfern geschmückt; besonders originell ist ein Bild auf der Tafel über die Bewegung der inneren Planeten: Venus und Merkur sitzen auf Schaukeln und werden vom Sonnengotte in Bewegung gesetzt. Die 11. Tafel bringt zwei Mondkarten nach den Beobachtungen von Riccioli und Hevel. Riccioli's Karte ist stellenweise recht verzeichnet, wogegen die Hevelsche gut den wahren Anblick wiedergibt. Auch die folgende Tafel beschäftigt sich noch mit dem Monde: Einige Mondlandschaften (Hipparch, die Alpen mit ihrem Tal und Plato[1])

[1]) Abgebildet in Littrows Wunder des Himmels, Bearbeitung von Prof. Guthnick, Herlet-Verlag Berlin, S. 136 und 137.

[1]) Letztere abgebildet in Kritzinger's „Errungenschaften der Astronomie", S. 181.

sind recht gut dargestellt, sodann finden sich Zeichnungen, welche die Mondbewegung erklären und zwei Abbildungen einer Bedeckung von Venus und eines Fixsternes durch den Mond nach Beobachtungen in Marseille und Paris, wobei jeweils der bedeckte Stern „infolge der Strahlenbrechung in der Mondatmosphäre noch hinter dem Mondrand sichtbar" geblieben sei, was natürlich unrichtig ist und wohl von den ungenügend scharf definierenden Fernrohren jener Zeit herrührt. Blatt 13 beschäftigt sich mit Finsternissen und Planetenvorübergängen; interessant sind vor allem einige Sonnenfleckenzeichnungen und eine Karte derjenigen Gebiete, welche die totale Sonnenfinsternis von 1706 beobachten konnten. Die nächste Tafel gibt Darstellungen der Trabantensysteme Jupiters und Saturns und bemerkenswerte Stellungen der Monde (von Jupiter sind vier, von Saturn fünf Begleiter bekannt); auch fehlt in diesem Zusammenhange natürlich nicht eine Skizze und Erklärung „Über die zeitliche Bewegung des Lichts nach der Hypothese von Ole Römer". Tafel 15 zeigt uns die Ost- und Westhälfte der Erde; die Karten sind in stereographischer Äquatorealprojektion ausgeführt. Manches ist natürlich stark verzeichnet und unrichtig, so ist z. B. Vorderindien viel zu klein, Australien, von dem nur die Westküste bekannt ist, hängt mit Neu-Guinea zusammen usw. Dabei sind Angaben über Länge (nach Ferro) und Breite von etwa 150 Städten der Erde gemacht und es wird gesagt, auf welche Weise dies der betreffende Beobachter bestimmt hat. So hat z. B. Leipzig die Polhöhe 51° 20′ 0″ und liegt in 33°30′ 0″ östl. Länge nach Rivinus, welche Länge dieser aus einer Sonnen- und einer Mondfinsternis ableitete. (Zum Vergleich die heute geltenden Werte: $\varphi = 51° 20′ 6″$, 14° 23′ 55,5″ östl. Greenwich). Hiermit schließt die Astronomie des Sonnensystems und es folgt auf den weiteren Tafeln die Stellarastronomie.

Die Tafeln 16 bis 25 bringen Sternkarten: zuerst die Umgebung des nördlichen und südlichen Poles und ebenso der beiden Ekliptikpole bis jeweils 90° Poldistanz, sodann Äquatorealkarten, die ein Gebiet von 90° in Breite und Länge umfassen. Dabei sind an den Rändern der Tafeln Angaben über die Ortsänderung der Sterne infolge der Präzession gemacht, sodann über die Anzahl der Sterne in den Sternbildern und über ihre Helligkeit, weiter genaue Sternverzeichnisse, die für das Äquinoktium 1730 gelten. — Es ist wohl überflüssig zu bemerken, daß die Sternbilder nach altem Brauch wirklich als Bilder phantastisch ausgeführt sind. Interessant an den Karten ist noch, daß die Nova Cassiopeiae von 1572 eingezeichnet ist und daß auch Mira Ceti als „nova in collo ceti" mit 2. Größe aufgeführt ist. Auch hier sind wieder einige Tafeln an den Ecken mit Kupferstichen geschmückt, welche die Sternwarten Tychos („Uranienburg"); Hevels in Danzig, weiter die Observatorien in Paris, Nürnberg, Greenwich, Cassel, Kopenhagen und Berlin darstellen (Tafel XI). In den Karten sind außerdem noch eine Reihe von scheinbaren Kometenbahnen eingetragen.

Die 26. Tafel gibt eine „Theorie der Kometen, worin die hauptsächlichsten Erscheinungen derselben aus den Beobachtungen neuerer Astronomen nach den Hypothesen des berühmten Newton ..... geometrisch abgeleitet werden ....". Die Darstellungen beziehen sich speziell auf den Kometen von 1680. Dabei werden auch die Anschauungen Keplers (geradlinige Bahnen), Hevels (spiralförmige Bahnen), Petits (Zeitgenosse Cassinis, Kreisbahnen außerhalb der Saturnbahn) und Cassinis (exzentrische Bahnen um die Erde) erläutert. Auf der Mitte der Tafel endlich ist Halleys Ansicht

einer parabolischen Bewegung veranschaulicht. Auf demselben Blatte finden wir auch zwei Abbildungen des Orionnebels, „der wunderbaren Erscheinungen im Orion", von Huyghen (1656) und Picard (1673). Die zwei folgenden Tafeln geben einen Überblick über ca. 40 scheinbare Kometenbahnen am nördlichen und südlichen Himmel. Auf Tafel 27 finden sich auch vier Abbildungen des Zodiakallichtes mit folgender Bemerkung: „Über das Zodiakallicht, das, linsenförmig, zweifelsohne von der Sonnenatmosphäre herrührt, hat zuerst der Engländer Children bis zum Jahre 1659 beobachtet, dann haben von 1683 ab J. D. Cassini, R. Hock, G. Kirch, G. B. Eimmart, H. Mairamus und andere ... sorgfältiger beobachtet, ... daß es seine Lage längs des Zodiakus hat — daher sein Name — und mit demselben gegen unsere Sphäre geneigt ist und nach der Abend- und vor der Morgendämmerung zuweilen in die Augen fällt ....". Auf Tafel 28 steht eine Zusammenstellung von acht „Neuen Sternen, die den ... Beobachtern seit den Zeiten Tychos erschienen sind". Es sind dies: die Nova Cassiopeiae, entdeckt 1572 von Tycho; Mira Ceti, Entdeckung (des Lichtwechsels) von D. Fabricius 1596; Nova Cygni 1600, Entdecker Janson; Nova Serpentarii, Kepler 1604; Neuer Stern „im Gürtel der Andromeda"[1]), Marius 1612; Neuer Stern im Kopf des Schwans, Hevel 1670; Nova im Hals des Schwans[1]), Kirch 1686; Neuer Stern im Schwanz der Hydra[2]), Maraldi 1704. Die zwei letzten Tafeln endlich enthalten eine „Vergleichende Astronomie". Zur Darstellung gelangen das Wechselspiel der Mond- und Erdphasen, die scheinbare Größe der Erde vom Mond aus, diejenige der Sonne von den einzelnen Planeten aus usw. Bei den Kupferstichen, welche die Tafeln umgeben, findet sich auf dem letzten Blatte etwas bemerkenswertes: während auf den andern Tafeln die von den Putten gehandhabten Fernrohre Refraktoren sind, ist hier ein Spiegelteleskop Newtonscher Konstruktion mit einem Sucherfernrohr abgebildet.

Wenn dieser alte Atlas für den praktisch tätigen Astronomen von heute auch nur noch historischen Wert besitzt, so gibt er dennoch ein gutes Bild des Standes der damaligen Himmelskunde, wo das coppernicanische Weltsystem noch nicht gänzlich den Sieg über seine Nebenbuhler davongetragen hatte. Doppelmaier selbst scheint zu schwanken, ob er dasjenige des Copernicus oder das des Tycho anerkennen soll; er erklärt alle Bewegungen der Wandelsterne sowohl nach diesem wie nach jenem. Der Hauptwert des Werkes für heute ist sicherlich in künstlerischer Hinsicht zu suchen, denn es stellt sich mit seinem prächtigen Buchschmuck würdig an die Seite der berühmten Flamsteedschen und Hevelschen Atlanten. [1210]

[1]) Steht weder im Verzeichnis der neuen noch der veränderlichen Sterne in Scheiners Astrophysik; der Stern steht nahe β Andromedae.

[1]) Veränderlicher χ Cygni.
[2]) Veränderlicher R-Hydrae.

Der Neue Stern im Schwan.

(Nova Cygni 1920.)

Am 20. August abends $9^1/_2$ Uhr Weltzeit entdeckte F. W. Denning in Bristol, während einer Nachforschung nach Objekten dieser Art, die er mit seinen Meteorstudien verband, die Nova Cygni 1920. Schon in der

ersten Nacht hatte der Entdecker den Eindruck, als ob die Helligkeit dieses Neuen Sternes im Zunehmen begriffen sei, er schätzte die Helligkeiten 3.7M und später 3.3M. Die Nova selbst stand in der Nähe von ψ Cygni und war ziemlich auffällig für einen Kenner jener Himmelsgegend.

Die Vorgeschichte dieser kosmischen Katastrophe ist bisher folgende. Eine Aufnahme von Geheimrat Wolf auf dem Königstuhl bei Heidelberg 1905 Juni 3 zeigt ein paar Bogensekunden vom Orte der Nova entfernt ein Sternchen vielleicht 17M. Auch mit Hilfe der Annahme einer Eigenbewegung wird man kaum dieses Sternchen mit der Nova identifizieren können. Wahrscheinlich war dieser „temporäre Stern" damals unter der Grenze, die die Platte noch erreicht hat. Am 9. August 1920 war die Nova nach Ausweis der Harvarder photographischen Himmelsgeschichte unter 9.5M. Am 16. August photographierte Niels Tamm in Schweden die Gegend und registrierte, ohne es natürlich zu bemerken. die Nova als Stern 7M. Am 19. August war sie schon dem bloßen Auge sichtbar (Harvard findet 4.8M), ohne jedoch entdeckt zu werden. Wie gesagt, gelang dies erst Denningss systematischer Arbeit am 20. August.

Nach der Auffindung gelangten erst am 22. Telegramme darüber nach Deutschland. Der Herausgeber fand in zenitaler Wolkenlücke die Nova 2.7M. Die Helligkeit stieg dann ziemlich langsam bis zum 24., wo sie 1.8M erreichte, um danach ohne auffällige Anomalien langsam zu fallen. Mitte September war der Stern für das freie Auge verschwunden und Ende September auch im Opernglas nur mühsam zu erreichen.

Seine Position für das Äquinoktium 1920 ist folgende

$$AR = 19^h\,56^m\,24.6^s$$
$$D = +53°\,24'\,1''.$$

Der spektroskopische Befund am 22. zeigte die jugendliche Aufwallung des Sternes. A. Kohlschütter fand ihn vom A 6 Typus mit c-Charakter. Die Nova ähnelte also den Sirius-Sternen; die Wasserstofflinien waren besonders scharf. Am 23. kamen nach Carrasco auch die Hauptemissionslinien des Heliums hinzu sowie die „üblichen hellen Linien auf der roten Seite". Am 24. zeigten sich auch wie erwartet die kräftigen Absorptionslinien auf der Violettseite. Diese Verschiebungen der Doppellinien gegen die mittlere Normallinie ist den kolossalen Umwälzungen auf der Oberfläche des Sternes infolge der Explosion beim Aufleuchten zuzuschreiben. Am 25. stellte P. Guthnick bei dem schwächer werdenden Stern den Übergang zum „F-Stern" fest. Die Wasserstofflinien sind weniger stark, dafür treten die Kalziumlinien H und K (rot) deutlicher hervor. Am 26. machen sich für den erfahrenen Beobachter schon die Anzeichen des Überganges zum Nebelstadium durch helle Linien bemerkbar. Am 27. stellt M. Wolf in Heidelberg das charakteristische Novaspektrum mit hellen Bändern fest. Damit ist der Neue Stern in ein Stadium seiner Entwicklung eingetreten, das er längere Zeit beibehalten dürfte, bis er dann unter die sog. „Wolf-Rayet-Sterne" (mit der bewußten interessanten Vergangenheit) wird eingereiht werden können.

Die Lichtkurve der Nova Cygni werden wir auf Grund zahlreicher Beobachtungen erst 1921 bringen können.

Kr.

Hermann Struve †.

Von **H. H. Kritzinger.**

Der Leiter der größten deutschen Sternwarte, des Observatoriums in Babelsberg bei Potsdam, Geheimrat Prof. Dr. Hermann Struve, ist am 12. August von seinem Schaffen abberufen worden. Im noch nicht vollendeten 66. Jahre hat damit ein deutscher Forscher die Feder für immer aus der Hand gelegt, der an der hervorragenden Stelle, die er unter den deutschen Astronomen einnahm, des lebhaftesten Interesses des In- und Auslandes gewiß sein durfte, wenn auch der Gegenstand seiner Untersuchungen von dem Gewohnten weit entfernt lag.

Hermann Struve wurde am 3. Oktober 1854 in der Nähe von Petersburg geboren und entstammte einer alten Astronomengeneration, die nun auch in seinem Sohn Dr. Georg Struve, Observator am väterlichen Institut, fortlebt. Hermann Struve brachte daher für seine Studien in Dorpat, Straßburg, Berlin und Graz die beste Disposition mit. 1882 promovierte er in Dorpat und war 1880 bis 1895 Astronom der Sternwarte Pulkowa bei Petersburg, einem Musterinstitut allerersten Ranges, dem die Astronomie sehr wertvolle Arbeiten verdankte. 1895 wurde er als Universitätsprofessor und Direktor der Sternwarte nach Königsberg i. Pr. berufen, von wo aus er 1904 als Nachfolger von Wilhelm Förster in gleicher Eigenschaft nach Berlin kam. Die alte Sternwarte am Enckeplatz, auf der u. a. der Planet Neptun zuerst gesehen worden war, erwies sich bei der wachsenden Ausdehnung der Großstadt als in so hohem Maße für feinere Untersuchungen ungeeignet, daß ihre Verlegung, richtiger gesagt ihr Neubau von Grund auf, nach Neubabelsberg durchgeführt werden konnte.

Das Babelsberger Observatorium, das an Abmessungen die großen Instrumente in Hamburg-Bergedorf noch übertrifft, konnte während des Krieges noch nicht seine vollständige Ausrüstung erhalten, die H. Struve in jahrelangen Vorarbeiten mit seinen Observatoren in Auftrag gegeben hatte. Immerhin war es ihm vergönnt, eine Reihe sehr wichtiger Publikationen (besonders über Guthnicks photometrische Arbeiten) herausgeben zu können.

Das Lieblingsgebiet Hermann Struves war die Erforschung der Bewegung der Trabantensysteme der Großen Planeten unseres Sonnenreiches; er erhielt dafür u. a. den Damoiseau-Preis der Pariser Akademie und die Goldene Medaille der Royal Astron. Society. Als Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften veröffentlichte er auch Untersuchungen über planetographische und instrumentelle Fragen.

Im geselligen Leben Berlins war H. Struve früher mit seiner Gattin, die ihm einige Jahre im Tode voranging, besonders in Baltenkreisen eine bekannte Persönlichkeit. Der Krieg und der Bolschewismus in Rußland raubten ihm manchen lieben Angehörigen und Freund, so daß er sich dem Verfasser, seinem ehemaligen Schüler, gegenüber recht pessimistisch über unsere Zukunft äußerte. Ein schwerer Anfall von Grippe hatte schon vor längerer Zeit seine Gesundheit erheblich angegriffen. Dazu kam vor einigen Monaten ein Oberschenkelbruch, von dem er sich jedoch gut erholen konnte. Der gegenwärtige Erholungsaufenthalt in Herrenalb hatte ihm schon die erhoffte Kräftigung zuteil werden lassen, als ihn gerade nach einer in euphonischer Stimmung nach Berlin gegebenen Nachricht ein Schlaganfall traf.

Die Beisetzung Hermann Struves begann im Heim des Entschlafenen mit einer Trauerfeier, an der Geheimrat

Roethe für die Akademie der Wissenschaften, Geheimrat Fritz Cohn für die Universität sowie Vertreter des Kultusministeriums und der wissenschaftlichen Schwesterinstitute in Potsdam und Dahlem teilnahmen. Superintendent Roedenbeck hielt eine Ansprache über das Moseswort: „Ich will Dich segnen, und Du sollst ein Segen sein". Darauf gab Geheimrat Cohn als nächster Fachgenosse einen kurzen Lebensabriß Struves, in dem er des Schicksals der drei großen Potsdamer Institute gedachte, die alle in verhältnismäßig kurzen Abständen jetzt ihre Leiter verloren haben. Als Hauptleistung des Verstorbenen hob er den Bau der Babelsberger Sternwarte hervor, deren letzte Vollendung Struve jedoch nicht mehr erleben sollte. Nach der Feier ging der Trauerzug nach dem Friedhof Klein-Glienicke, wo Struve an der Seite seiner ihm vor einem Jahr vorangegangenen Gattin zur letzten Ruhe bestattet wurde.

Der Vorsitzende der Ingedelia legte dabei im Namen der Gesellschaft einen Kranz am Grabe nieder mit der Inschrift

AD ASTRA SOCIETAS
REDEUNTI INGEDELIA

Rundschau.

Sonnenfleckenperioden. In A. N. **211**, 262—66 teilt O. Meißner die Ergebnisse seiner neuen Versuche mit, die Perioden der Sonnenflecken zu ermitteln. Es ist nämlich sichergestellt worden, daß neben der Hauptperiode von 11.2 Jahren noch verschiedene andere existieren, deren Amplituden erhebliche Bruchteile der Hauptperiode erreichen und deren Dauer der Hauptperiode merkwürdigerweise nahe gleichkommt. Die beiden wichtigsten Unterperioden haben eine Amplitude von 0.6 der Hauptperiode und eine Dauer von 9.9 und 11.9 Jahren. Die dritte Periode (Amplitude 0.4) beträgt etwa $14^1/_2$ Jahre. Zu erwähnen wäre weiter die 18.6jährige Periode nach F. Schuster und die 8jährige, die man aus Meißners Tabellen ebenfalls entnimmt. Dieser meint, daß man bei der weiteren Verfolgung dieser Frage doch wohl an planetische Einflüsse denken müsse; übrigens ein Standpunkt, der im „Sirius" seit Jahrzehnten vertreten wurde.

Kr. [1222

Über die Änderungen im Spektrum von 20 Cephei-Veränderlichen berichtet Harlow Shapley in Nr. 124 der „Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory". Der Untersuchung lagen 328 Aufnahmen zugrunde, von denen 311 mit der 10 zölligen Porträtlinse und Objektivprisma, die restlichen mit dem 60 zölligen Reflektor hergestellt waren. Bei den meisten Aufnahmen wurde ein 15° Prisma mit einer Dispersion $H\beta - H_\varepsilon$ von 5.2 *mm* verwendet. Die bei einigen benutzte Kombination eines 15° und 30° Prismas ergab den eben erwähnten Linienabstand zu 12 *mm*. Die Bestimmung der Spektralklasse wurde vor der Berechnung der entsprechenden Phase vorgenommen, um eine mögliche Voreingenommenheit zu verhindern. Mit ganz verschwindenden Ausnahmen gehen die Veränderungen innerhalb der bekannten Normaltypen vor sich. Ferner ist als bemerkenswert zu erwähnen, daß von den beobachteten Cephei-Variabeln nicht ein einziger konstantes Spektrum zeigt. Faßt man die bestimmten Spektren zu Normalspektren zusammen und ordnet nach Phase, so erhält man Kurven, die vollkommen ähnlich den Licht- oder Geschwindigkeitskurven sind. Vergleicht man beispielsweise die auf 46 Spektrogrammen beruhende Spektralkurve von δ-Cephei mit der Lichtkurve, so sieht man, daß

der Abfall vom (blauen) Maximum zum Minimum bei der ersten steiler als bei der letzten und der Übergang vom roten zum blauen Spektrum am Ende des Minimums plötzlicher ist als die entsprechende Helligkeitsänderung. In gewissem Sinne spiegelt dieses Ergebnis vielleicht die Schwankungen in der Aufstiegszeit zum Maximum wieder, die bei verschiedenen δ-Cephei-Sternen beobachtet worden sind. [1198] P. H.

Die Bewegungen im Raum von Sternen großer Radialgeschwindigkeit. Neuere Arbeiten von Adams und Joy beschäftigen sich mit den Sternen, deren Radialgeschwindigkeit zu über 80 *km* gefunden worden ist und für die außerdem sowohl Eigenbewegung als auch Parallaxe (spektroskopisch oder trigonometrisch bestimmt) bekannt sind[1]). Es sind dies 37 Objekte. Für jeden einzelnen Stern wurden die drei Geschwindigkeitskomponenten im galaktischen System sowie die resultierende Geschwindigkeit berechnet, ferner die Koordinaten seines Apex sowohl in äquatorealen wie im galaktischen System. Aus den Ergebnissen können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Die Geschwindigkeit senkrecht zur Milchstraßenebene ist beträchtlich kleiner als in ihr. Im Mittel wurde gefunden
   $x = 115\ km,\ y = 119\ km, z = 46\ km.$
2. Die galaktischen Längen aller Apex-Punkte liegen zwischen 131° und 322°, so daß fast eine ganze Halbkugel frei von Zielpunkten ist.
3. Die Geschwindigkeit des gedachten Mittelpunktes aller dieser Sterne ist ziemlich beträchtlich. Unter Ausscheidung derjenigen mit einer Geschwindigkeit von über 300 *km* ergibt sich für ihn:
   $x = -59{,}5\ km,\ y = -44{,}5\ km,$
   $z = -4{,}4\ km$
   $v = 74{,}4\ km \quad L = 217° \quad B = -3°$
4. Die Sterne lassen die Wirkung gemeinschaftlicher Bewegungen (Sternströme) erkennen. Der Hauptvertex liegt bei $L = 141°$, weicht also nicht unerheblich von dem allgemeinen Wert (170°) ab.
5. Ordnen wir nach der absoluten Helligkeit (M) in zwei Klassen über und unter 3.0^{M}, finden wir folgende bemerkenswerte Unterschiede in der mittleren galaktischen Breite (B) und mittleren Geschwindigkeit (v):

Mittlere M	B	v
+ 0.4	26°	130 *km*
5.9	14°	216 „

6. Nach Spektralklassen geordnet finden wir dieses Bild:

Anzahl der Sterne	Typus	mittl. v
2	*Ap*	200 *km*
11	*F*	307 „
15	*G*	156 „
5	*K*	122 „
4	*M*	121 „

Die *F*-Sterne haben also bei weitem die größte Geschwindigkeit im Raume, nahezu doppelt so groß als die der *G*-Sterne. Unter den *F*-Sternen selbst überwiegt wieder die Geschwindigkeit der älteren Unterklassen F_0 bis F_5, für die aus 6 Sternen $v = 365\ km$ folgt.
[1197] P. H.

Telephonisches Zeitsignal der Hamburger Sternwarte in Bergedorf. Nach Mitteilung des Fernsprechamtes Hamburg sind Fernverbindungen mit dem telephonischen Zeitsignal der Hamburger Sternwarte unter „Zeitsignal Hamburg“ anzumelden, nicht unter „Alster 10 000“. Der Anschluß „Alster 10 000“ dient nur für den Ortsverkehr von Hamburg und Vororten. Unrichtige Anmeldungen können zu unliebsamen Verzögerungen oder auch zur Ablehnung der gewünschten Verbindung Anlaß geben. (Mitteilung von Herrn Prof. Schorr.)

[1]) Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory 163-164.

Meinungsaustausch.

Herr Dr. K. G. Hagström, ein Mathematiker aus Stockholm, äußerte dem Herausgeber gegenüber seine neue Hypothese über die **Milchstraße,** die er vor vier Jahren aufstellte und die für stellarstatistische Überlegungen vielleicht als Anregung wertvoll ist. Dr. Hagström führte aus:

1. Es ist ein allgemein anerkanntes Prinzip, daß man beim Interpretieren eines Naturphänomens so einfache Hypothesen wie nur möglich aufstellen soll. Ich möchte das Prinzip folgendermaßen aussprechen: Man muß sich in der Naturphilosophie vor allem davor in acht nehmen, überflüssige Hypothesen (bewußt oder unbewußt) einzuführen. Die Wissenschaft der Zukunft, welche hoffentlich in die philosophischen Gedanken eines Poincaré völlig eindringen wird, muß es schließlich unternehmen, die Hypothesen sämtlicher Naturwissenschaften einer strengen Kritik zu unterwerfen, von diesem Prinzip der einfachsten Hypothesenbildung geleitet. Das Problem, für eine gegebene Naturerscheinung die möglichst einfache Hypothese auszuwählen, scheint mir manchmal ein rein mathematisches zu sein.

In dem besprochenen Prinzip liegt keineswegs, wie man etwa vermuten könnte, das Postulat einer Eigenschaft der Natur „einfach" zu sein. Der Inhalt des Prinzips ist vielmehr nur, daß wir in der Formulierung unserer Anschauung von der Außenwelt selbst möglichst einfach sein sollen.

Man hat in der Geschichte der Planetensysteme ein lehrreiches Beispiel, wie ein Naturphänomen (die Bewegungen der Planeten) von Anfang an zu verwickelt erklärt wurde, um dann allmählich immer einfachere Deutungen zu erhalten. Die vorcoppernicanischen und das coppernicanische System, die Keplerschen Gesetze könnten zweifellos die Phänomene mit genügender Genauigkeit erklären, nötigenfalls mit Hilfe komplettierender Hypothesen, aber unsere Gedanken wurden erst mit der Newtonschen allgemeinen Gravitation zufrieden. Warum? Ich sehe keine andere Antwort, als daß wir von dem oben genannten Prinzip geleitet werden, selbst möglichst einfach gegenüber den Erscheinungen zu sein.

2. Unsere Zeit ist vor ein gewaltiges kosmisches Problem gestellt worden: das Rätsel der Milchstraße zu lösen.

Es sind zunächst zwei Beobachtungen, um deren Interpretation es sich handelt, nämlich: 1. daß die meisten Sterne sich um einen größten Kreis des Himmels verteilen und 2. daß die Sterne, welche wir als sich in früheren Stadien der Entwicklung befindend annehmen, eine viel größere Anhäufung um diesen Kreis aufweisen, als die anderen. Man weiß, daß die Wolf-Rayet-Sterne sich innerhalb 6° Entfernung vom größten Kreis der Milchstraße befinden, die Orion-Sterne in einem Gebiete von 20 bis 30° Ausdehnung.

Um diese Phänomene zu interpretieren, bedarf es nur einer einzigen Hypothese, nämlich:

Die Sterne befinden sich sämtlich — statistisch gesehen, d. h.: mit nur zufälligen Abweichungen — in demselben Entwicklungszustande. Nur die Tatsache, daß sie sich in verschiedenen Entfernungen von uns befinden, so daß wir frühere oder spätere Entwicklungszustände von ihnen sehen, weil also das Licht, welches wir von einigen von ihnen erhalten, vor vielleicht Millionen von Jahren ausgesandt wurde, bewirkt, daß

wir sie als verschieden auffassen. Die Struktur der Milchstraße wird am einfachsten durch die einzige Annahme erklärt, daß die Sternenanhäufung in dem Teile des Raumes, wo unser Sonnensystem liegt, etwas abgeplattet ist, daß wir uns also in dem Grenzgebiet zwischen zwei Lakunen befinden.

Diese Annahme scheint mir dem Prinzip der einfachsten Hypothese zu entsprechen. Ich meine also, daß man von dieser Hypothese nicht ohne zwingende Gründe[1]) abweichen darf. Es ist nun von Herschel eine Hypothese aufgestellt worden, nach dem die Milchstraße ein linsenähnliches Gebilde sein sollte, und mit dieser Ausgangshypothese arbeiten die meisten Forscher, welche sich für die Milchstraße interessieren. Ich kann aber nichts anderes finden, als daß man hier eine zu komplizierte Annahme gemacht hat, ganz analog z. B. zum ptolemäischen Planetensystem. Ich würde mich sehr freuen, wenn ein Astronom die Möglichkeit meiner Hypothese einmal ganz voraussetzungslos prüfen wollte. [1209]

Zu den **„Beobachtungen an Jupiter und Venus“** in „Sirius“ 1920, Heft 7, möchte ich bemerken, daß ich den dort erwähnten Fleck am südlichen Äquatorialgürtel, der von Herrn Tauber am 3. März zum erstenmal gesichtet wurde, an meinem Vierzöller bereits am 18. Febr. 10^h, am 20. Febr. $9^h\,30^m$, und am 23. Febr. 8^h sehr deutlich gesehen und gezeichnet habe. Zuletzt habe ich ihn am 5. März $8^h\,15^m$ gezeichnet. Der Fleck machte mir den Eindruck, als ob er von einem hellen Hof umgeben sei. Auch der schräg unterhalb dieses Flecks am untern Rande des Nordstreifens stehende Fleck mit der auf ihn folgenden Ausbuchtung findet sich auf den genannten Zeichnungen. Am 19. Febr. habe ich den Planeten ebenfalls gezeichnet. Damals aber ebensowenig wie Herr Tauber etwas von dem Fleck gesehen, da derselbe sich zur Beobachtungszeit ($9^h\,30^m$) auf der der Erde abgewandten Seite des Planeten befand. Damals war an Flecken lediglich ein lang gezogener, schwarzer Streifen am unteren Rande des N.-Gürtels fast in der Mitte der Scheibe sichtbar. Der den Fleck von oben her einrahmende, bogenförmige Streifen wurde ebenfalls beobachtet und gezeichnet, doch machte er mir nicht den Eindruck, als ob er kontinuierlich sei, sondern er schien aus einer Anzahl aneinander gereihter Flecke zu bestehen. Die angewandte Vergrößerung war 250 bis 325 fach. [1224

Dr. de Boer, Oberarzt.

Im Anschluß an die Ausführungen des Herrn Gantke **über den Bau einer Drehkuppel** weist Herr Dr. Berger in einem Schreiben an die Schriftleitung nochmals darauf hin, daß sich seine Kuppel, was ja wohl die Hauptsache sei, durchaus bewähre und auch den Witterungseinflüssen widerstehe. Herr Gantke glaubt trotzdem von der Bergerschen Konstruktion abraten zu sollen.

[1]) Unseres Erachtens ist unsere Weltinsel nach Seeliger zu klein, um dieser Auffassung entsprechen zu können.

Bücherschau.

Adam Angersbach, Das Relativitätsprinzip. Math.-Phys. Bibliothek. Bd. 39. Teubner 1920. Kl. 8° 57 S. Kart. 2.80 ℳ.

Vorliegende Darstellung bemüht sich, auf erstaunlich engem Raum nahezu alles zu bringen, was für den Gebildeten, der nur elementare mathematische Kenntnisse zur Verfügung hat, zum Verständnis des Relativitätsprinzips erforderlich ist. Die bei der Ableitung auftretenden „Widersprüche“

werden so ausführlich besprochen, daß dadurch nach Auffassung des Rez. für den Laien die Sache erst recht schwierig wird. [1215] Kr.

Lorentz, Einstein, Minkowski, Das Relativitätsprinzip. Herausgegeben von O. Blumenthal. 3. Auflage. Teubner 1920. 4°. 146 S. Geh. 16 ℳ, geb. 22 ℳ.

Vorliegende Sammlung von zehn grundlegenden Abhandlungen über das Relativitätsprinzip, beginnend mit H. A. Lorentz' Arbeit über den Interferenzversuch Michelsons enthält alles, was zur Einarbeit in diese Materie erforderlich ist, in vorzüglicher Auswahl und angemessener Ausstattung. H. Minkowskis großartiger Vortrag „Raum und Zeit" ist mit A. Sommerfelds Anmerkungen gebracht. Auch A. Einsteins allgemeine Relativitätstheorie, die in der 2. Auflage noch nicht gegeben werden konnte, ist hier abgedruckt. Wir begrüßen diese neue Auflage mit besonderer Freude. [1216] Kr.

Wilhelm Foerster, Die Freude an der Astronomie. 2. Auflage. Berlin, Dümmler 1920. 8°. 22 S. Geh. 2.50 ℳ.

Zum stillen und tätigen Genuß an der Sternforschung anregend, bietet hier der Nestor der deutschen Astronomen wiederum seinen mit umfassender Bildung geschriebenen Essay „Die Freude an der Astronomie" dar. Auch für den Unterricht dürfte dieser anregendes Material enthalten. [1217] Kr.

Kleine Sternkunde. Mit einer Sternkarte und zahlreichen Abbildungen. Von R. Henseling. 109 Seiten. Franckhsche Verlagshandlung, Stuttgart. Preis geh. ℳ 2.40 plus Zuschlag.

Es ist nur eine natürliche, aber erfreuliche Entwicklung der Dinge, wenn der Verfasser die vielen in den jährlichen Sternbüchlein gegebenen Ratschläge für angehende Freunde der Himmelskunde jetzt in eine geschlossene Form gebracht hat.

Die Art, wie Henseling die Auswahl und Anordnung des Stoffes getroffen hat, ist typisch für ihn und zeigte sich bereits in seinem „Sternweiser". Denn trotz des geringen Umfanges fehlt wohl nichts Wichtigeres in seiner Darstellung. Der Anfänger erhält fortlaufend nützliche Winke für die Beobachtungstätigkeit. Indessen kommt die Theorie keineswegs zu kurz, und Vorgänge, die eine etwas größere Anforderung an das Vorstellungsvermögen stellen, werden durch einleuchtende Zeichnungen dem Verständnis nahe gebracht.

Das Büchlein sei allen denen empfohlen, die — zunächst ohne Mathematik — eine aufs Praktische gestellte Bekanntschaft mit den Hauptvorgängen am gestirnten Himmel erstreben.

Bei der nächsten Auflage könnte der Verlag wohl ein festeres Papier für den am meisten beanspruchten Teil der Sternkunde geben: die angeheftete Karte des nördlichen Himmels. Ksh.

INGEDELIA.

Der Vorstand sieht sich, infolge der weiteren Bezugspreiserhöhung des „Sirius", leider gezwungen, den Teuerungszuschlag für das Jahr 1921 auf Mk. 15.— bezw. 35.— zu erhöhen, so daß also für das nächste Jahr ein

Gesamtbeitrag von Mk. 30.— (Ausländer Mk. 50.—)

zu entrichten ist, den wir noch im alten Jahr auf das

Postscheckkonto Berlin 72081

unseres Schatzmeisters Paul Hügeler abzuführen bitten, damit in der Zustellung des „Sirius" keine Verzögerung eintritt.

Ortsgruppe Berlin. Die nächsten Vorträge (wie üblich in der Übungssternwarte der Universität, Invalidenstr. 57—63) finden statt:
Nov. 3. Eduard Naake: Der Wettlauf zwischen Refraktor und Reflektor.
Dez. 1. Paul Hügeler: Über das δ Cephei-Problem.

Herausgeber: Dr. H. Kritzinger, Berlin N.W. 40, Hindersinstr. 7. Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40882
Schriftleitung: Paul Hügeler, Berlin SO 33, Schlesischestr. 21.

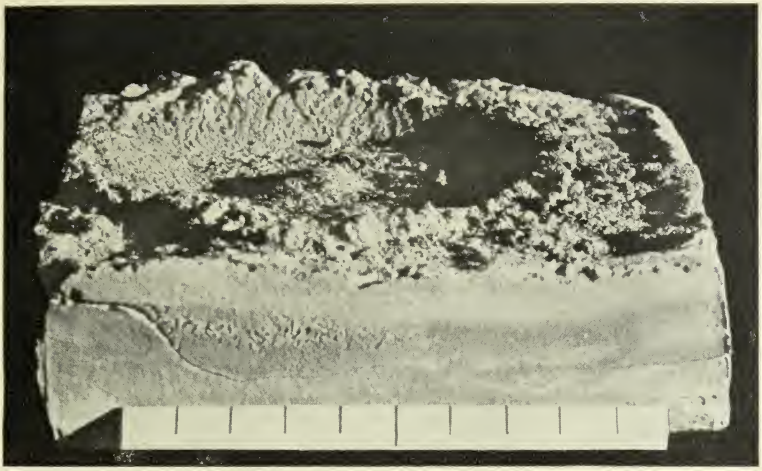


Abb. 1.

Abb. 2.

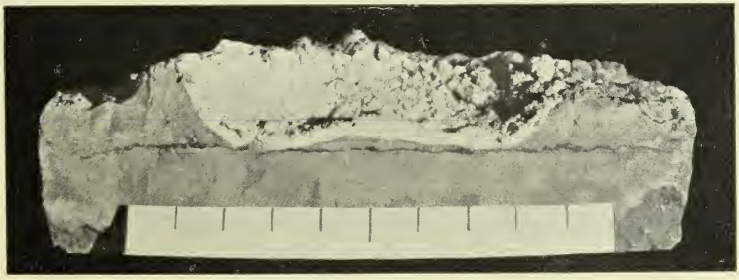
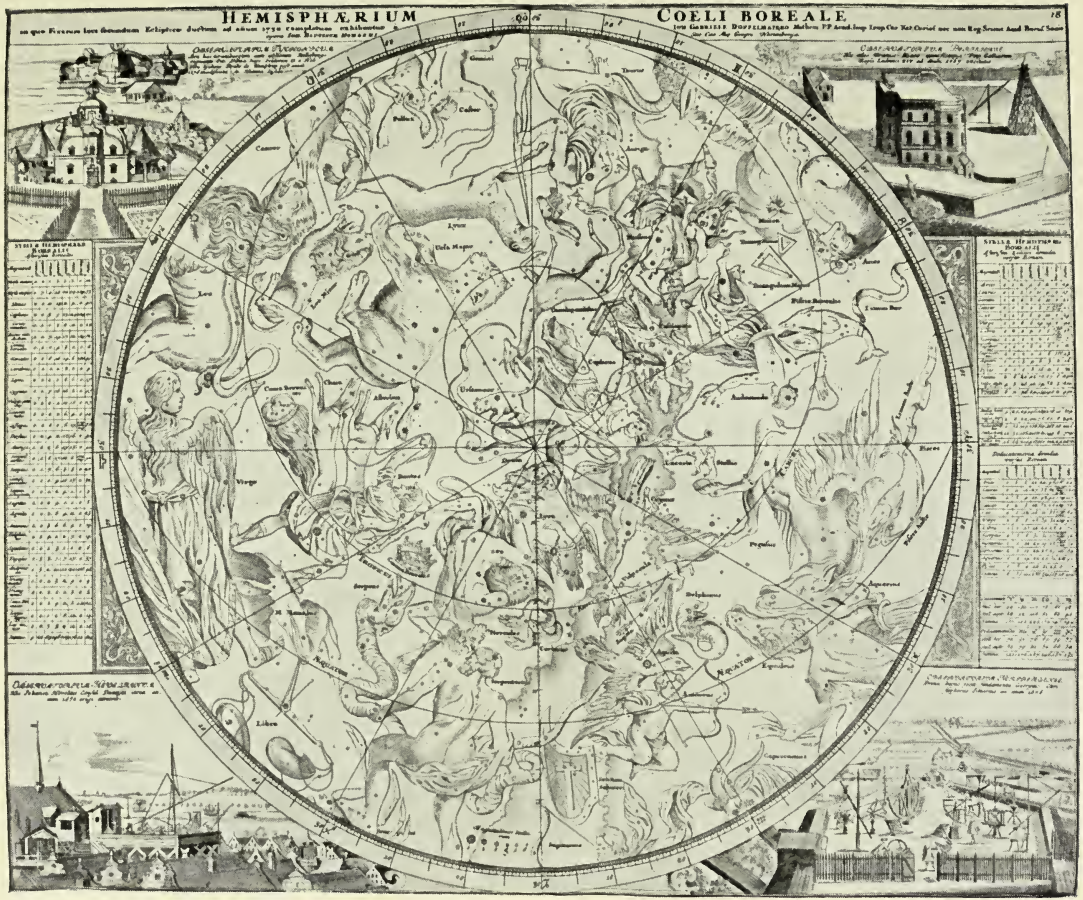


Abb. 3.

Künstliche Mondkrater.
Zu **Alfred Wegener:** Die Aufsturzhypothese der Mondkrater.



Kupfertafel aus Doppelmaiers Himmelsatlas.

Sirius-Kalender

Kleines astronomisches Jahrbuch

für

1921

Herausgegeben

von der

Schriftleitung des „Sirius"

Rundschau der gesamten Sternforschung

Eduard Heinrich Mayer
Verlagsbuchhandlung
Leipzig

Inhalts-Übersicht

		Seite
Vorbemerkung		3
Januar:	Sonne, Mond, Planeten, Jupitermonde	4—7
Februar:	„ „ „ „	8—11
März:	„ „ „ „	12—15
April:	„ „ „ „	16—19
Mai:	„ „ „ „	20—23
Juni:	„ „ „ „	24—27
Juli:	„ „ „ „	28—31
August:	„ „ „ „	32—35
September:	„ „ „ Saturn und sein Ring, Kleine Planeten	36—39
Oktober:	„ „ „ Jupitermonde	40—43
November:	„ „ „ „	44—47
Dezember:	„ „ „ „	48—51
Ephemeriden für physikalische Beobachtungen des Mars und Jupiter		52
Zentralmeridiane auf Mars		53
Mittlerer Rotationswinkel des Jupiter		54
Zentralmeridiane (System II) auf Jupiter		55
Sichtbarkeitsverhältnisse der Planeten		56
Ephemeriden veränderlicher Sterne		57—60
Finsternisse		60
Scheinbare Sternörter, obere Kulmination Greenwich		61—62

Vorbemerkung

Der Sirius-Kalender, der als kleines astronomisches Jahrbuch hiermit zum vierten Male an die Öffentlichkeit tritt, ist das Ergebnis der in den „Mittwochs-Sitzungen" der Sirius-Redaktion von verschiedenen Fachgenossen gebotenen Anregungen. Wir geben uns der Hoffnung hin, nicht nur dem Liebhaber der Sternforschung sondern auch gerade dem Fachastronomen ein recht brauchbares Büchlein zu bieten, das ihn im allgemeinen der Mühe enthebt, sich den Nautical Almanac, auf dem es beruht, oder das Jahrbuch zu beschaffen. Die Wahl der Genauigkeit der einzelnen Größen ist den Anforderungen der Praxis angepaßt und beruht auf den seither von uns gesammelten Erfahrungen.

Im ersten Teil geben wir auf je vier Seiten in jedem Monat zunächst die wichtigsten Zahlen für die Sonne zugleich mit den Daten, die zum Studium der Vorgänge auf der Sonnenoberfläche erforderlich sind und zwar in der sehr bequemen Anordnung der Werte von Tag zu Tag. Das Gleiche ist jetzt bei dem Monde durchgeführt. Die Länge der Lichtgrenze ist mit Hilfe der im „Sirius" veröffentlichten Tabellen sehr einfach zu berechnen. Da sonst nirgends für Deutschland fertig vorausberechnete Sternbedeckungen vorliegen, haben wir diese für die Übungssternwarte der Universität Berlin (Alte Urania) ermittelt. Die Koordinaten derselben sind $\lambda = -53{\cdot}5^{m}$ $\varphi = +52^{\circ}\ 31{\cdot}5'$.

Die Planetenpositionen sind zur bequemeren Einschaltung jetzt in engeren Zwischenräumen als früher angegeben worden. Die angenommenen Radien der Planeten sind, auf die astronomische Einheit bezogen, bei Merkur 3·34″, Venus 8·40″ und Mars 4·68″. Für Jupiter und Saturn finden sich die nötigen Angaben bei den Spezialephemeriden für physikalische Beobachtungen. Die Radien der äußersten Planeten Uranus und Neptun sind (wieder auf a. E. bezogen) 34·2″ bezw. 33·6″. Die wichtigsten Konstellationen sind aufgenommen worden.

Für die Saturnmonde sind nur einige Elongationen angegeben, da sich die übrigen leicht mit Hilfe der angegebenen Umlaufsdauer einschalten lassen. Bei den Jupitermonden sind die betreffenden Nummern beiläufig in die Gegend gesetzt, in der der Trabant steht. Der Durchmesser der kleinen Scheibe von 2,6 mm ist übrigens um 0.7 mm zu groß geraten, wenn man die Bahn des IV. als Maßstab wählt.

Über die physikalischen Ephemeriden für Mars, Jupiter und Saturn ist an Ort und Stelle das Nötigste gesagt.

Der Erfolg der ersten Ausgaben gab zu Änderungen wesentlicher Art keine Veranlassung.

Für sachdienliche Vorschläge zum Ausbau dieses Kalenders werden wir stets dankbar sein.

Berlin SO 33,
Schlesische Straße 21.

Schriftleitung des „Sirius"
Paul Hügeler.

Januar 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Jan.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	18 45 56	—23 1·6	18 42 23	+ 3 34	319·34	— 3·16	+ 1·99
2	50 21	22 56·6	46 19	4 2	306·17	3·28	1·50
3	54 46	22 51·0	50 16	4 30	293·00	3·39	1·01
4	18 59 10	22 45·0	54 12	4 57	279·83	3·51	0·52
5	19 3 33	22 38·6	18 58 9	5 25	266·66	3·62	+ 0·04
6	7 57	22 31·7	19 2 5	5 51	253·49	3·73	— 0·45
7	12 20	22 24·4	6 2	6 18	240·32	3·84	0·94
8	16 42	22 16·6	9 59	6 44	227·15	3·94	1·42
9	21 4	22 8·4	13 55	7 9	213·99	4·05	1·91
10	25 25	21 59·7	17 52	7 34	200·82	4·16	2·39
11	29 46	21 50·7	21 48	7 58	187·65	4·26	2·87
12	34 6	21 41·2	25 45	8 22	174·48	4·37	3·35
13	38 26	21 31·2	29 41	8 45	161·31	4·47	3·83
14	42 45	21 20·9	33 38	9 7	148·15	4·57	4·30
15	47 3	21 10·2	37 34	9 29	134·98	4·67	4·77
16	51 21	20 59·0	41 31	9 50	121·81	4·77	5·24
17	55 37	20 47·5	45 28	10 10	108·64	4·86	5·71
18	19 59 54	20 35·5	49 24	10 29	95·48	4·96	6·17
19	20 4 9	20 23·2	53 21	10 48	82·31	5·05	6·64
20	8 24	20 10·5	19 57 17	11 6	69·15	5·14	7·10
21	12 37	19 57·4	20 1 14	11 24	55·98	5·23	7·55
22	16 51	19 43·9	5 10	11 40	42·81	5·32	8·00
23	21 3	19 30·1	9 7	11 56	29·64	5·41	8·45
24	25 14	19 15·9	13 3	12 11	16·48	5·49	8·89
25	29 25	19 1·3	17 0	12 25	3·31	5·58	9·33
26	33 35	18 46·5	20 57	12 39	350·14	5·66	9·77
27	37 44	18 31·2	24 53	12 51	336·97	5·74	10·20
28	41 53	18 15·6	28 50	13 3	323·81	5·82	10·63
29	46 0	17 59·7	32 46	13 14	310·64	5·89	11·06
30	50 7	17 43·5	36 43	13 24	297·48	5·97	11·47
31	20 54 13	—17 27·0	20 40 39	+ 13 34	284·31	— 6·04	— 11·89

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Letztes Viertel:	Jan.	0d 16h 34·7m.	
Neumond:	»	8d 17h 26.8m.	
Erstes Viertel:	»	16d 18h 30·9m.	
Vollmond:	»	23d 11h 7·9m.	
Letztes Viertel:	»	30d 8h 2·1m.	

Erdferne:	Jan.	8d 21·2h.
Erdnähe:	»	23d 1·6h.

Januar 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Jan.	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	13	14·9	— 9	12	18	43	+ 7·61	+ 1·47	23·64
2·5	14	4·7	12	43	19	31	7·07	+ 0·01	21·44
3·5	14	54·6	15	36	20	18	6·26	— 1·41	18·23
4·5	15	44·9	17	43	21	6	5·24	2·74	14·18
5·5	16	35·5	19	2	21	55	4·08	3·94	9·48
6·5	17	26·1	19	28	22	43	2·85	4·95	4·38
7·5	18	16·4	19	2	23	30	1·57	5·74	359·11
8·5	19	6·0	17	47	—	—	+ 0·28	6·28	353·94
9·5	19	54·7	15	46	0	17	— 1·00	6·55	349·09
10·5	20	42·3	13	5	1	3	2·26	6.53	344·76
11·5	21	29·0	9	52	1	47	3·48	6·23	341·10
12·5	22	15·1	6	14	2	31	4·64	5·66	338·24
13·5	23	1·0	— 2	19	3	14	5·69	4·83	336·27
14·5	23	47·4	+ 1	45	3	58	6·60	3·76	335·30
15·5	0	34·9	5	49	4	42	7·30	2·50	335·41
16·5	1	24·3	9	44	5	28	7·71	— 1·09	336·70
17·5	2	16·2	13	17	6	17	7·76	+ 0·42	339·23
18·5	3	11·3	16	14	7	9	7·38	1·96	343·05
19·5	4	9·8	18	20	8	5	6·51	3·42	348·08
20·5	5	11·1	19	20	9	5	5·16	4·71	354·11
21·5	6	14·3	19	0	10	6	3·38	5·71	0·70
22·5	7	17·9	17	20	11	9	— 1·29	6·33	7·31
23·5	8	20·4	14	24	12	10	+ 0·94	6·49	13·34
24·5	9	20·8	10	31	13	8	3·08	6·19	18·33
25·5	10	18·6	6	1	14	4	4·95	5·46	21·96
26·5	11	13·9	+ 1	17	14	57	6·39	4·38	24·12
27·5	12	7·4	— 3	23	15	48	7·32	3·06	24·80
28·5	12	59·4	7	42	16	38	7·73	1·61	24·10
29·5	13	50·6	11	30	17	26	7·66	+ 0·12	22·17
30·5	14	41·5	14	38	18	15	7·17	— 1·34	19·15
31·5	15	32·2	— 17	1	19	3	+ 6·35	— 2·70	15·25

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
m Tauri	5·0	Jan. 20	8h 33·8m	9h 28·7m	129·7°	228·2°
λ Geminorum	3·6	» 22	10 4·9	10 53·4	149·0	234·0
α Librae	2·9	» 30	13 3·8	14 4·1	131·7	262·4

Januar 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
Merkur				
Jan. 1	18 7	— 24·4	2·4	23 28
5	18 35	24·6	2·3	23 39
9	19 3	24·3	2·3	23 52
13	19 31	23·7	2·3	0 1
17	19 59	22·7	2·4	0 14
21	20 28	21·3	2·4	0 26
25	20 56	19·4	2·4	0 39
29	21 24	17·2	2·5	0 51
Febr. 2	21 51	— 14·6	2·7	1 3
Venus				
Jan. 1	21 47	— 15·2	8·6	3 4
5	22 5	13·5	8·8	3 6
9	22 22	11·7	9·1	3 8
13	22 39	9·8	9·4	3 9
17	22 56	7·8	9·7	3 10
21	23 12	5·8	10·0	3 11
25	23 28	3·8	10·4	3 11
29	23 43	— 1·8	10·8	3 10
Febr. 2	23 58	+ 0·3	11·2	3 10
Mars				
Jan. 1	21 58	— 13·5	2·5	3 16
5	22 10	12·4	2·5	3 12
9	22 22	11·2	2·4	3 8
13	22 34	10·0	2·4	3 4
17	22 45	8·8	2·4	3 0
21	22 57	7·6	2·4	2 56
25	23 8	6·4	2·3	2 51
29	23 20	5·1	2·3	2 47
Febr. 2	23 31	— 3·9	2·3	2 42

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
Jupiter				
Jan. 2	11 21·2	+ 5 31	0·695	16 32
10	11 21·0	5 35	0·685	16 0
18	11 20·0	5 43	0·675	15 28
26	11 18·3	5 56	0·666	14 55
Febr. 3	11 16·0	+ 6 13	0·659	14 21
Saturn				
Jan. 2	11 44·3	+ 4 2	0·958	16 55
10	11 44·3	4 5	0·952	16 24
18	11 43·8	4 10	0·946	15 52
26	11 42·9	4 18	0·941	15 19
Febr. 3	11 41·6	+ 4 28	0·936	14 47
Uranus				
Jan. 2	22 20·4	— 11 9	1·315	3 34
10	22 21·7	11 1	1·317	3 3
18	22 23·1	10 53	1·319	2 33
26	22 24·6	10 44	1·321	2 3
Febr. 3	22 26·3	— 10 34	1·322	1 34
Neptun				
Jan. 2	9 2·6	+ 16 54	1·466	14 14
10	9 1·9	16 58	1·465	13 42
18	9 1·0	17 1	1·464	13 9
26	9 0·1	17 5	1·464	12 37
Febr. 3	8 59·2	+ 17 9	1·464	12 5

Konstellationen.

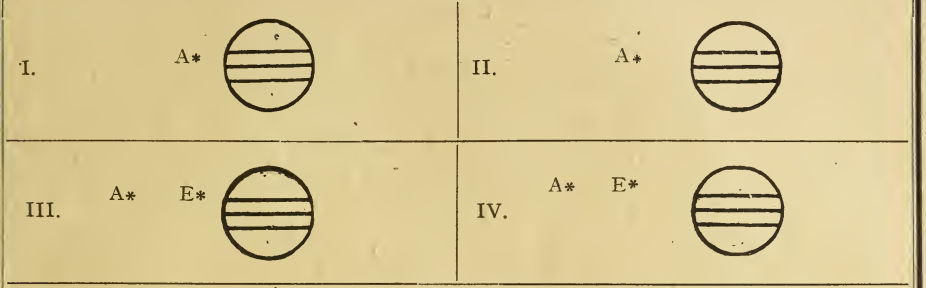
2. **Merkur** im Aphel; 9. **Venus** in Konjunktion mit **Mars** (Abstand in δ 25′); 16. **Venus** obere Konjunktion mit der Sonne.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys $U = 1^d\ 21{\cdot}3^h$		Dione $U = 2^d\ 17{\cdot}7^h$		Rhea $U = 4^d\ 12{\cdot}5^h$		Titan $U = 15^d\ 23{\cdot}3^h$	
d	h	d	h	d	h	d	h
Jan. 1	14·8 E	Jan. 2	4·4 E	Jan. 2	19·9 E	Jan. 7	10·0 W
7	6·8 E	10	9·7 E	16	8·9 E	15	12·3 E
12	22·7 E	18	14·7 E	29	22·1 E	23	8·3 W
18	14·5 E	26	19·5 E			31	10·8 E
24	6·3 E						
29	22.2 E						

Stellungen der Jupitermonde im Januar 1921.



Stellungen um $14^h\ 45^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West.	Ost.
1	4	$\frac{2}{1}$ 3
2	4 1	2 3
3	2 3 4	1
4	3 2	4
5	3 1	2 4
6	3	1 4
7	2 1	3 4
8		2 1 3 4
9	1	2 3 4
10	2 3	1 4
11	3 2 1	4
12	3 4	2
13	4 3	$\frac{1}{2}$
14	4 2 1	3
15	4	2 1 3
16	4 1	2 3
17	4 2	1
18	4 3 2 1	
19	3 4	1 2
20	3	2
21	2 1	3 4
22		1 3 4
23	1	2 3 4
24	2	3 1 4
25	3 2 1	4
26	3	1 2 4
27	3	2 4
28	2 1	4 3
29	4	1 3
30	4 1	2 3
31	4 2	3 1

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters vor der Scheibe
DE Durchgang, Ende, }
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Übergang über d. Scheibe.
SE Schatten, Ende, }

Jan.		h	m
2.	I. VA	19	29
3.	IV. VA	10	6
	IV. VE	14	25
	I. SA	16	45
	I. DA	17	53
	I. SE	19	2
4.	I. VA	13	57
	II. VA	15	53
	I. BE	17	19
5.	I. SA	11	14
	I. DA	12	20
	I. SE	13	30
	I. DE	14	35
6.	II. SA	10	25
	I. BE	11	46
	II. DA	12	35
	II. SE	13	14
	III. VA	14	49
	II. DE	15	21
	III. VE	18	12
	III. BA	19	22
8.	II. BE	10	14
10.	III. DA	9	18
	III. DE	12	23
	I. SA	18	39
11.	I. VA	15	50
	IV. SA	17	51
	II. VA	18	29
12.	I. SA	13	7
	I. DA	14	9
	I. SE	15	24
	I. DE	16	24
13.	I. VA	10	18
	II. SA	12	58
	I. BE	13	34
	II. DA	14	58
	II. SE	15	47
	II. DE	17	44
	III. VA	18	47
14.	I. SE	9	52
	I. DE	10	51

Jan.		h	m
15.	II. BE	12	39
17.	III. SE	12	14
	III. DA	12	53
	III. DE	15	58
18.	I. VA	17	43
19.	I. SA	15	1
	I. DA	15	57
	I. SE	17	17
	I. DE	18	12
20.	I. VA	12	11
	IV. BA	13	16
	I. BE	15	22
	II. SA	15	31
	IV. BE	16	37
	II. DA	17	19
	II. SE	18	20
21.	I. DA	10	24
	I. SE	11	46
	I. DE	12	39
22.	II. VA	10	22
	II. BE	15	2
24.	III. SA	12	52
	III. SE	16	12
	III. DA	16	24
26.	I. SA	16	54
	I. DA	17	44
27.	I. VA	14	4
	I. BE	17	8
	II. SA	18	4
28.	I. SA	11	23
	IV. SA	11	48
	I. DA	12	10
	I. SE	13	39
	I. DE	14	25
	IV. SE	15	56
29.	I. BE	11	34
	II. VA	12	58
	II. BE	17	22
31.	II. SE	10	10
	II. DE	11	34
	III. SA	16	50

Februar 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Febr.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	20 58 18	—17 10·1	20 44 36	+ 13 42	271·14	— 6·11	— 12·30
2	21 2 22	16 53·0	48 32	13 50	257·98	6·18	12·71
3	6 26	16 35·5	52 29	13 57	244·81	6·24	13·11
4	10 29	16 17·8	20 56 26	14 3	231·65	6·31	13·51
5	14 31	15 59·7	21 0 22	14 9	218·48	6·37	13·90
6	18 32	15 41·4	4 19	14 13	205·31	6·43	14·29
7	22 32	15 22·9	8 15	14 17	192·14	6·49	14·67
8	26 32	15 4·0	12 12	14 20	178·98	6·54	15·05
9	30 30	14 45·0	16 8	14 22	165·81	6·60	15·42
10	34 28	14 25·6	20 5	14 24	152·64	6·65	15·79
11	38 26	14 6·1	24 1	14 24	139·48	6·70	16·15
12	42 22	13 46·3	27 58	14 24	126·31	6·75	16·51
13	46 18	13 26·2	31 55	14 23	113·14	6·80	16·86
14	50 12	13 6·0	35 51	14 21	99·98	6·84	17·20
15	54 7	12 45·6	39 48	14 19	86·81	6·88	17·54
16	21 58 0	12 24·9	43 44	14 16	73·64	6·92	17·87
17	22 1 52	12 4·0	47 41	14 12	60·47	6·95	18·20
18	5 44	11 43·0	51 37	14 7	47·30	6·99	18·52
19	9 36	11 21·7	55 34	14 2	34·13	7·02	18·84
20	13 26	11 0·4	21 59 30	13 56	20·96	7·05	19·15
21	17 16	10 38·8	22 3 27	13 49	7·79	7·08	19·46
22	21 5	10 17·0	7 24	13 41	354·62	7·10	19·76
23	24 54	9 55·1	11 20	13 33	341·45	7·13	20·05
24	28 41	9 33·1	15 17	13 25	328·28	7·15	20·34
25	32 29	9 10·9	19 13	13 16	315·11	7·17	20·62
26	36 15	8 48·6	23 10	13 6	301·94	7·19	20·90
27	40 2	8 26·1	27 6	12 55	288·76	7·21	21·16
28	22 43 47	— 8 3·5	22 31 3	+ 12 45	275·59	— 7·22	— 21·43

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond: Febr. $7^d\ 12^h\ 36{\cdot}9^m$.
Erstes Viertel: » $15^d\ 6^h\ 53{\cdot}2^m$.
Vollmond: » $21^d\ 21^h\ 32{\cdot}3^m$.

Erdferne: Febr. $4^d\ 23{\cdot}9^h$.
Erdnähe: » $20^d\ 12{\cdot}3^h$.

Februar 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Febr.	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	16	22·9	—	18 34	19	52	+ 5·29	— 3·91	10·68
2·5	17	13·4		19 15	20	40	4·08	4·93	5·65
3·5	18	3·7		19 5	21	27	2·79	5·72	0·41
4·5	18	53·4		18 5	22	14	1·48	6·27	355·20
5·5	19	42·2		16 19	23	0	+ 0·18	6·55	350·25
6·5	20	30·3		13 50	23	45	— 1·07	6·55	345·76
7·5	21	17·5		10 47	—	—	2·25	6·26	341·90
8·5	22	4·0		7 16	0	30	3·36	5·70	338·82
9·5	22	50·3	—	3 25	1	13	4·37	4·87	336·62
10·5	23	36·8	+	0 36	1	57	5·27	3·80	335·41
11·5	0	24·0		4 39	2	41	6·02	2·54	335·27
12·5	1	12·5		8 34	3	26	6·60	— 1·14	336·28
13·5	2	3·0		12 10	4	14	6·95	+ 0·34	338·48
14·5	2	55·8		15 13	5	4	7·01	1·84	341·88
15·5	3	51·4		17 32	5	56	6·72	3·27	346·43
16·5	4	49·6		18 53	6	52	6·04	4·55	351·96
17·5	5	49·9		19 6	7	50	4·95	5·58	358·16
18·5	6	51·3		18 3	8	50	3·48	6·28	4·61
19·5	7	52·7		15 46	9	50	— 1·71	6·57	10·79
20·5	8	53·0		12 24	10	49	+ 0·23	6·40	16·20
21·5	9	51·8		8 13	11	46	2·16	5·79	20·47
22·5	10	48·7	+	3 35	12	41	3·91	4·79	23·34
23·5	11	44·0	—	1 11	13	34	5·33	3·49	24·69
24·5	12	38·0		5 45	14	26	6·32	2·00	24·56
25·5	13	31·1		9 53	15	16	6·83	+ 0·43	23·05
26·5	14	23·6		13 22	16	7	6·88	— 1·11	20·32
27 5	15	15·7		16 4	16	56	6·51	2·55	16·60
28·5	16	7·4	—	17 56	17	46	+ 5·79	— 3·83	12·11

Sternbedeckungen

durch den Mond für Berlin finden in diesem Monat nur für schwächere Sterne statt.

Februar 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
Merkur				
Febr. 2	21 51	— 14·6	2·7	1 3
6	22 17	11·7	2·8	1 12
10	22 39	8·7	3·1	1 19
14	22 57	5·8	3·4	1 22
18	23 8	3·6	3·9	1 17
22	23 11	2·3	4·4	1 3
26	23 3	2·3	4·9	0 40
März 2	22 50	— 3·4	5·3	0 11
Venus				
Febr. 2	23 58	+ 0·3	11·2	3 10
6	0 13	2·3	11·6	3 9
10	0 27	4·3	12·1	3 7
14	0 41	6·3	12·7	3 5
18	0 55	8·2	13·3	3 3
22	1 8	10·0	13·9	3 0
26	1 20	11·8	14·6	2 57
März 2	1 32	+ 13·5	15·4	2 53
Mars				
Febr. 2	23 31	— 3·9	2·3	2 42
6	23 42	2·6	2·3	2 38
10	23 53	1·3	2·2	2 33
14	0 4	— 0·1	2·2	2 28
18	0 15	+ 1·2	2·2	2 24
22	0 27	2·4	2·2	2 19
26	0 38	3·7	2·2	2 14
März 2	0 49	+ 4·9	2·1	2 10

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
Jupiter				
Febr. 3	11 16·0	+ 6 13	0·659	14 21
11	11 13·0	6 34	0·653	13 46
19	11 9·6	6 57	0·649	13 12
27	11 5·9	7 21	0·647	12 36
März 7	11 2·0	+ 7 46	0·646	12 1
Saturn				
Febr. 3	11 41·6	+ 4 28	0·936	14 47
11	11 40·0	4 41	0·933	14 13
19	11 38·1	4 55	0·929	13 40
27	11 36·0	5 9	0·927	13 7
März 7	11 33·7	+ 5 25	0·926	12 33
Uranus				
Febr. 3	22 26.3	— 10 34	1·322	1 34
11	22 28·0	10 24	1·323	1 4
19	22 29·7	10 14	1·323	0 34
27	22 31·4	10 4	1·323	0 4
März 7	22 33·1	— 9 54	1·323	23 31
Neptun				
Febr. 3	8 59·2	+ 17 9	1·464	12 5
11	8 58·3	17 13	1·464	11 32
19	8 57·5	17 17	1·464	11 0
27	8 56·6	17 20	1·465	10 28
März 7	8 55·9	+ 17 23	1·466	9 56

Konstellationen.

1. **Neptun** in Opposition zur Sonne; 10. **Venus** größte östliche Elongation (46° 46′); 15. **Merkur** größte östliche Elongation (18° 8′) und im Perihel; 24. **Uranus** in Konjunktion mit der Sonne.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys U = 1ᵈ 21·3ʰ		Dione U = 2ᵈ 17·7ʰ		Rhea U = 4ᵈ 12·5ʰ		Titan U = 15ᵈ 23·3ʰ	
d	h	d	h	d	h	d	h
Febr. 4	14·1 E	Febr. 4	0·6 E	Febr. 12	11·0 E	Febr. 8	6·3 W
10	6·1 E	12	5·7 E	26	0·2 E	16	8·5 E
15	22·0 E	20	10·5 E			24	3·9 W
21	13·8 E	28	15·4 E				
27	5·7 E						

Stellungen der Jupitermonde im Februar 1921.

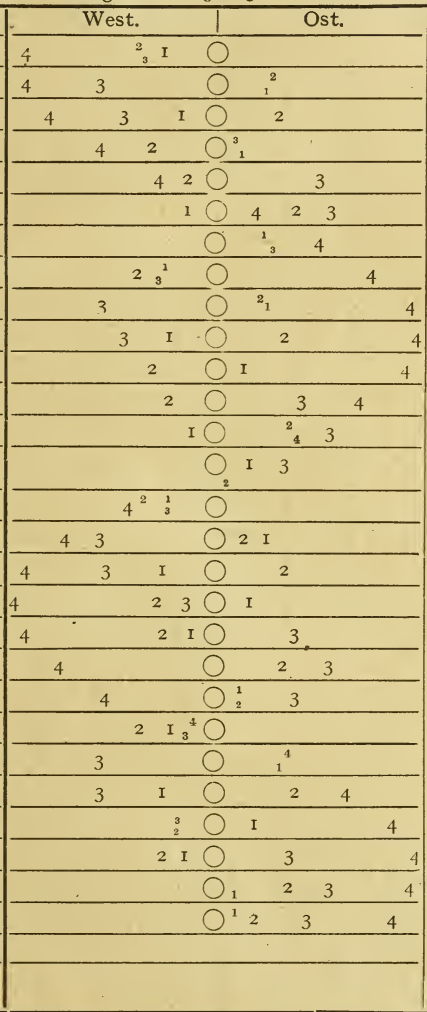
I.

II.

III.

IV.

Stellungen um $13^h\,15^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.



Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten

BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe

DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe

SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten Ende, } gang über d. Scheibe.

Febr.		h	m
2.	I. SA	18	48
3.	I. VA	15	58
4.	III. BE	12	30
	I. SA	13	16
	I. DA	13	56
	I. SE	15	33
	I. DE	16	11
5.	I. VA	10	26
	I. BE	13	19
	II. VA	15	34
6.	IV. BE	7	39
	I. SA	7	45
	I. DA	8	22
	I. SE	10	2
	I. DE	10	37
7.	I. BE	7	45
	II. SA	9	53
	II. DA	11	4
	II. SE	12	43
	II. DE	13	51
9.	II. BE	8	50
10.	I. VA	17	51
11.	III. VA	10	37
	I. SA	15	10
	I. DA	15	40
	III. BE	15	51
	I. SE	17	27
	I. DE	17	56
12.	I. VA	12	19
	I. BE	15	3
	II. VA	18	10
13.	I. SA	9	39
	I. DA	10	7
	I. SE	11	55
	I. DE	12	22
14.	I. BE	9	29
	IV. SE	9	49
	IV. DA	10	11
	II. SA	12	27

Febr.		h	m
14.	II. DA	13	19
	IV. DE	13	28
	II. SE	15	17
	II. DE	16	6
16.	II. VA	7	28
	II. BE	11	6
18.	III. VA	14	36
	I. SA	17	4
	I. DA	17	25
19.	I. VA	14	13
	I. BE	16	47
20.	I. SA	11	33
	I. DA	11	51
	I. SE	13	47
	I. DE	14	6
21.	I. VA	8	41
	I. BE	11	13
	II. SA	15	1
	II. DA	15	33
	II. SE	17	51
22.	III. SE	8	1
	I. SE	8	18
	I. DE	8	32
	III. DE	8	55
	IV. VA	16	6
23.	II. VA	10	4
	II. BE	13	22
25.	II. SE	7	8
	II. DE	7	28
26.	I. VA	16	7
27.	I. SA	13	27
	I. DA	13	34
	I. SE	15	43
	I. DE	15	50
28.	I. VA	10	35
	I. BE	12	57
	II. SA	17	35
	II. DA	17	47

März 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
März	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	22 47 32	— 7 40·8	22 34 59	+ 12 33	262·41	— 7·23	— 21·68
2	51 17	7 18·0	38 56	12 21	249·24	7 24	21·93
3	55 1	6 55·1	42 52	12 9	236·07	7·25	22·17
4	22 58 45	6 32·0	46 49	11 56	222·89	7·25	22·40
5	23 2 28	6 8·9	50 46	11 43	209·72	7·25	22·63
6	6 11	5 45·7	54 42	11 29	196·55	7·25	22·85
7	9 54	5 22·4	22 58 39	11 15	183·37	7·25	23·07
8	13 36	4 59·1	23 2 35	11 0	170·19	7·24	23·28
9	17 17	4 35·7	6 32	10 46	157·02	7·24	23·49
10	20 59	4 12·2	10 28	10 30	143·84	7.23	23·68
11	24 40	3 48·7	14 25	10 15	130·66	7·21	23·88
12	28 20	3 25·1	18 21	9 59	117·48	7·20	24·06
13	32 1	3 1·5	22 18	9 43	104·30	7·18	24·24
14	35 41	2 37·8	26 15	9 26	91·12	7·17	24·41
15	39 20	2 14·2	30 11	9 9	77·94	7·15	24·57
16	43 0	1 50·5	34 8	8 52	64·76	7·12	24·73
17	46 39	1 26·8	38 4	8 35	51·58	7·10	24·88
18	50 18	1 3·1	42 1	8 17	38·40	7.07	25·02
19	53 57	0 39·4	45 57	8 0	25·21	7·04	25·16
20	23 57 36	— 0 15·7	49 54	7 42	12·03	7·01	25·29
21	0 1 14	+ 0 8·0	53 50	7 24	358·85	6·98	25·41
22	4 53	0 31·7	23 57 47	7 6	345·66	6·94	25·53
23	8 31	0 55·4	0 1 44	6 47	332·47	6·90	25·64
24	12 9	1 19·0	5 40	6 29	319·29	6·87	25·74
25	15 47	1 42·6	9 37	6 11	306·10	6·83	25·83
26	19 25	2 6·1	13 33	5 52	292·91	6·78	25·92
27	23 3	2 29·7	17 30	5 34	279·72	6·74	26·00
28	26 42	2 53·1	21 26	5 15	266·53	6·69	26·07
29	30 20	3 16·5	25 23	4 57	253·34	6·64	26·14
30	33 58	3 39·9	29 19	4 39	240 15	6·59	26·20
31	0 37 36	+ 4 3·2	0 33 16	+ 4 20	226·95	— 6·54	— 26·25

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Letztes Viertel: März 1^d 2^h $3{\cdot}2^m$.
Neumond: » 9^d 6^h $9{\cdot}2^m$.
Erstes Viertel: » 16^d 15^h $49{\cdot}2^m$.
Vollmond: » 23^d 8^h $18{\cdot}9^m$.
Letztes Viertel: » 30^d 21^h $13{\cdot}4^m$.

Erdferne: März 4^d $14{\cdot}0^h$.
Erdnähe: » 20^d $13{\cdot}1^h$.

März 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
März	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	16	58·7	— 18	54	18	35	+ 4·81	— 4·91	7·12
2·5	17	49·4	19	0	19	23	3·64	5·76	1·88
3·5	18	39·4	18	16	20	10	2·37	6·35	356·62
4·5	19	28·5	16	44	20	56	+ 1·07	6·66	351·58
5·5	20	16·7	14	29	21	42	— 0·21	6·69	346·94
6·5	21	4·1	11	38	22	26	1·41	6·44	342·89
7·5	21	51·0	8	16	23	10	2·50	5·90	339·56
8·5	22	37·7	4	30	23	54	3·46	5·08	337·09
9·5	23	24·6	— 0	31	—	—	4·27	4·02	335·60
10·5	0	12·2	+ 3	34	0	39	4·92	2·75	335·19
11·5	1	1·0	7	32	1	25	5·40	— 1·32	335·93
12·5	1	51·4	11	14	2	12	5·69	+ 0·19	337·88
13·5	2	43·9	14	25	3	1	5·77	1·72	341·03
14·5	3	38·6	16	54	3	53	5·62	3·18	345·32
15·5	4	35·4	18	28	4	47	5·21	4·49	350·57
16·5	5	33·8	18	58	5	43	4·53	5·56	356·51
17·5	6	33·2	18	18	6	41	3·58	6·31	2·75
18·5	7	32·6	16	29	7	38	2·38	6·68	8·86
19·5	8	31·3	13	36	8	36	— 1·00	6·63	14·39
20·5	9	28·8	9	52	9	32	+ 0·48	6·15	18·98
21·5	10	25·1	5	31	10	26	1·96	5·26	22·35
22·5	11	20·3	+ 0	52	11	19	3·31	4·04	24·32
23·5	12	14·6	— 3	46	12	11	4·42	2·58	24·81
24·5	13	8·4	8	6	13	3	5·22	+ 0·99	23·86
25·5	14	1·9	11	53	13	54	5·65	— 0·63	21·58
26·5	14	55·2	14	58	14	45	5·70	2·17	18·16
27·5	15	48·2	17	11	15	36	5·38	3·56	13·84
28·5	16	40·7	18	30	16	26	4·75	4·74	8·90
29·5	17	32·4	18	55	17	15	3·84	5·68	3·62
30·5	18	23·2	18	27	18	4	2·75	6·35	358·28
31·5	19	12·9	— 17	10	18	50	+ 1·53	— 6·74	353·11

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
δ Tauri	3·9	März 15	$4^h\ 49·4^m$	$5^h\ 35·9^m$	137·3°	212·4°
68 »	4·3	» 15	6 8·3	7 9·4	56·7	297·5

Ferner wird der Stern 119 Tauri (Gr. 4·9) am 16. März um $10^h\ 26·5^m$ beim Positionswinkel 5° dem Monde auf 26″ nahe kommen.

März 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Radius ″	Kulm. h m
	Merkur			
März 2	22 50	— 3·4	5·3	0 11
6	22 36	5·3	5·4	23 34
10	22 25	7·2	5·2	23 9
14	22 20	8·6	5·0	22 50
18	22 21	9·5	4·6	22 37
22	22 28	9·8	4·3	22 29
26	22 40	9·5	4·0	22 25
30	22 54	8·7	3·7	22 25
April 3	23 11	— 7·5	3·5	22 26
	Venus			
März 2	1 32	+ 13·5	15·4	2 53
6	1 43	15·1	16·3	2 48
10	1 53	16·5	17·3	2 43
14	2 2	17·8	18·4	2 36
18	2 10	19·0	19·5	2 28
22	2 16	20·0	20·8	2 18
26	2 20	20·8	22·1	2 6
30	2 22	21·3	23·6	1 52
April 3	2 22	+ 21·5	25·0	1 36
	Mars			
März 2	0 49	+ 4·9	2·1	2 10
6	1 0	6·1	2·1	2 5
10	1 11	7·3	2·1	2 0
14	1 22	8·4	2·1	1 55
18	1 33	9·6	2·1	1 51
22	1 44	10·7	2·0	1 46
26	1 55	11·8	2·0	1 42
30	2 6	12·8	2·0	1 37
April 3	2 18	+ 13·8	2·0	1 32

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
	Jupiter			
März 7	11 2·0	+ 7 46	0·646	12 1
15	10 58·2	8 10	0.648	11 26
23	10 54·6	8 32	0·651	10 51
31	10 51·3	8 51	0·656	10 16
April 8	10 48·6	+ 9 7	0·663	9 42
	Saturn			
März 7	11 33·7	+ 5 25	0·926	12 33
15	11 31·4	5 40	0·926	11 59
23	11 29·1	5 55	0·927	11 25
31	11 26·9	6 9	0·929	10 52
April 8	11 24·9	+ 6 22	0·932	10 18
	Uranus			
März 7	22 33·1	— 9 54	1·323	23 31
15	22 34·8	9 44	1·322	23 1
23	22 36·5	9 35	1·321	22 31
31	22 38·0	9 25	1·320	22 1
April 8	22 39·5	— 9 17	1.318	21 31
	Neptun			
März 7	8 55·9	+ 17 23	1·466	9 56
15	8 55·2	17 26	1·467	9 24
23	8 54·7	17 29	1·469	8 52
31	8 54·2	17 30	1·470	8 20
April 8	8 53·9	+ 17 32	1·472	7 48

Konstellationen.

3. **Merkur** untere Konjunktion mit der Sonne; **Venus** im Perihel; 5. **Jupiter** in Opposition zur Sonne; 12. **Saturn** in Opposition zur Sonne; 17. **Venus** in größtem Glanze; 30. **Merkur** größte westliche Elongation (27° 50′); 31. **Merkur** im Aphel.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys U = 1ᵈ 21·3ʰ		Dione U = 2ᵈ 17·7ʰ		Rhea U = 4ᵈ 12·5ʰ		Titan U = 15ᵈ 23·3ʰ	
d	h	d	h	d	h	d	h
März 4	21·6 E	März 8	20·2 E	März 11	13·2 E	März 4	6·1 E
10	13·4 E	17	1·3 E	25	2·0 E	12	1·4 W
16	5·3 E	25	6·3 E			20	3·6 E
21	21·2 E					27	22·9 W
27	13·1 E						

Stellungen der Jupitermonde im März 1921.

I.

II.

III.

IV.

Stellungen um 12h 0m für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West	Ost
1	2 1	4
2	3 2	1 4
3	3 1 4	2
4	4 3 2	1
5	4 2 1	3
6	4	1 2 3
7	4 1	2 3
8	4 2	3
9	4 3 2	1
10	3 4 1	2
11	3 2	1
12	2 1	3 4
13		2 1 3 4
14	1	2 3 4
15	2	3 4
16	3 2	1 4
17	3 1	2 4
18	3	1 4
19	2 1	4 3
20	4	2 1 3
21	4 1	2 3
22	4 2	1 3
23	4 3 2	
24	4 3 1	2
25	4 3	2 1
26	4 2 1	
27	4	1 3
28	1	4 2 3
29	2	1 3 4
30	2 3 1	4
31	3 1	2 4

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten, Ende, } gang über d. Scheibe.

März		h m
1.	I. SA	7 55
	I. DA	8 0
	III. SA	8 42
	III. DA	9 6
	I. SE	10 12
	I. DE	10 16
	III. SE	11 59
	III. DE	12 12
2.	I. BE	7 23
	II. VA	12 40
	II. BE	15 36
4.	II. SA	6 52
	II. DA	6 54
	II. DE	9 42
	II. SE	9 42
6.	I. DA	15 18
	I. SA	15 21
	I. DE	17 34
	I. SE	17 37
7.	I. BA	12 25
	I. VE	14 45
8.	I. DA	9 44
	I. SA	9 49
	I. DE	12 0
	I. SE	12 6
	III. DA	12 21
	III. SA	12 41
	III. DE	15 29
	III. SE	15 57
9.	I. BA	6 51
	I. VE	9 14
	II. BA	15 2
10.	I. SE	6 35
11.	IV. BA	8 45
	II. DA	9 8
	II. SA	9 27
	II. DE	11 56
	II. SE	12 17
	IV. VE	14 4
13.	II. VE	7 25
	I. DA	17 2
	I. SA	17 15
14.	I. BA	14 9
	I. VE	16 39
15.	I. DA	11 28

März		h m
15.	I. SA	11 44
	I. DE	13 44
	I. SE	14 0
	III. DA	15 38
	III. SA	16 40
16.	I. BA	8 35
	I. VE	11 8
	II. BA	17 17
17.	I. DE	8 10
	I. SE	8 29
18.	II. DA	11 22
	II. SA	12 2
	II. DE	14 11
	II. SE	14 52
19.	III. VE	9 46
	IV. DA	14 30
20.	II. VE	10 0
21.	I. BA	15 53
22.	I. DA	13 13
	I. SA	13 38
	I. DE	15 28
	I. SE	15 54
23.	I. BA	10 19
	I. VE	13 2
24.	I. DA	7 39
	I. SA	8 7
	I. DE	9 55
	I. SE	10 23
25.	I. VE	7 31
	II. DA	13 38
	II. SA	14 37
	II. DE	16 26
26.	III. BA	8 25
	III. VE	13 44
27.	II. BA	8 41
	II. VE	12 36
28.	IV. VE	8 1
29.	I. DA	14 58
	I. SA	15 33
30.	I. BA	12 4
	I. VE	14 57
31.	I. DA	9 24
	I. SA	10 1
	I. DE	11 40
	I. SE	12 17

April 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
April	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	0 41 15	+ 4 26·4	0 37 12	+ 4 2	213·76	— 6·48	— 26·30
2	44 53	4 49·5	41 9	3 44	200·57	6·42	26·34
3	48 32	5 12·5	45 6	3 26	187·37	6·37	26·37
4	52 11	5 35·5	49 2	3 9	174·17	6·31	26·39
5	55 50	5 58·3	52 59	2 51	160·98	6·24	26·41
6	0 59 29	6 21·1	0 56 55	2 34	147·78	6·18	26·42
7	1 3 8	6 43·7	1 0 52	2 17	134·58	6·11	26·42
8	6 48	7 6·3	4 48	2 0	121·39	6·04	26·41
9	10 28	7 28·7	8 45	1 43	108·19	5·97	26·40
10	14 8	7 50·9	12 41	1 26	94·99	5·90	26·38
11	17 48	8 13·1	16 38	1 10	81·79	5·83	26·35
12	21 29	8 35·1	20 35	0 54	68·59	5·76	26·31
13	25 10	8 57·0	24 31	0 39	55·38	5·68	26·27
14	28 51	9 18·7	28 28	0 23	42·18	5·60	26·22
15	32 32	9 40·2	32 24	+ 0 8	28·98	5·52	26·16
16	36 14	10 1·6	36 21	— 0 7	15·77	5·44	26.10
17	39 56	10 22·9	40 17	0 21	2·56	5·36	26.03
18	43 39	10 43·9	44 14	0 35	349·36	5·27	25.95
19	47 22	11 4·8	48 10	0 49	336·15	5·19	25.86
20	51 5	11 25·5	52 7	1 2	322·94	5·10	25·77
21	54 49	11 46·0	1 56 4	1 15	309·73	5·01	25·67
22	1 58 33	12 6·3	2 0 0	1 27	296·52	4·92	25·56
23	2 2 18	12 26·4	3 57	1 39	283·31	4·83	25·44
24	6 3	12 46·4	7 53	1 50	270·10	4·74	25·32
25	9 48	13 6·1	11 50	2 1	256·88	4·64	25·19
26	13 34	13 25·6	15 46	2 12	243 67	4·55	25·05
27	17 21	13 44·8	19 43	2 22	230·45	4·45	24·90
28	21 8	14 3·9	23 39	2 31	217·24	4·36	24·75
29	24 56	14 22·7	27 36	2 40	204·02	4·26	24·59
30	2 28 44	+ 14 41·3	2 31 33	— 2 49	190·81	— 4·16	— 24·42

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond: April $7^d\ 21^h\ 5{\cdot}2^m$.
Erstes Viertel: » $14^d\ 22^h\ 11{\cdot}6^m$.
Vollmond: » $21^d\ 19^h\ 49{\cdot}4^m$.
Letztes Viertel: » $29^d\ 16^h\ 8{\cdot}7^m$.

Erdferne: April $1^d\ 8{\cdot}9^h$.
Erdnähe: » $16^d\ 3{\cdot}0^h$.
Erdferne: » $29^d\ 4\ 6^h$.

April 1921

Mond

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
April	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	20	1·4	— 15	9	19	36	+ 0·26	— 6·84	348·32
2·5	20	49·0	12	30	20	21	— 0·99	6·65	344·07
3·5	21	35·9	9	19	21	5	2·15	6·17	340·51
4·5	22	22·6	5	42	21	49	3·18	5·41	337·76
5·5	23	9·5	— 1	47	22	34	4·02	4·39	335·94
6·5	23	57·1	+ 2	18	23	19	4 64	3·14	335·18
7·5	0	46·1	6	21	—	—	5·02	1·72	335·57
8·5	1	36·8	10	11	0	7	5·16	— 0·18	337·19
9·5	2	29·7	13	34	0	56	5·06	+ 1·40	340·08
10·5	3	24·8	16	18	1	48	4·72	2·93	344·17
11·5	4	22·0	18	7	2	43	4·17	4·30	349·29
12·5	5	20·6	18	53	3	39	3·43	5·44	355·16
13·5	6	19·8	18	29	4	36	2·54	6·26	1·38
14·5	7	18·7	16	56	5	34	1·52	6·71	7·50
15·5	8	16·5	14	21	6	30	— 0.43	6·75	13·11
16·5	9	13·0	10	55	7	25	+ 0.67	6·37	17·86
17·5	10	8·1	6	50	8	18	1·75	5·60	21·50
18·5	11	2 0	+ 2	24	9	10	2·74	4·48	23·85
19·5	11	55·2	— 2	8	10	1	3·59	3·11	24·82
20·5	12	48·2	6	31	10	52	4·24	+ 1·56	24·39
21·5	13	41·2	10	29	11	42	4·66	— 0·05	22·61
22·5	14	34·4	13	51	12	34	4·81	1·63	19·61
23·5	15	27·7	16	25	13	25	4·69	3·09	15·58
24·5	16	20·9	18	6	14	16	4·29	4·37	10·79
25·5	17	13·7	18	51	15	6	3·63	5·41	5·54
26·5	18	5·4	18	42	15	55	2·75	6·18	0·12
27·5	18	56·0	17	41	16	43	1·68	6·66	354·81
28·5	19	45·2	15	54	17	30	+ 0·49	6·85	349·84
29·5	20	33·1	13	27	18	15	— 0·76	6·74	345·39
30·5	21	20·0	— 10	27	18	59	— 2·01	— 6·35	341·60

Sternbedeckungen

durch den Mond für Berlin finden in diesem Monat nur für schwächere Sterne statt.

April 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
		Merkur		
April 3	23 11	— 7·5	3·5	22 26
7	23 30	5·8	3·3	22 30
11	23 50	3·8	3·1	22 35
15	0 12	— 1·5	3·0	22 41
19	0 35	+ 1·1	2·9	22 49
23	1 0	4·0	2·7	22 59
27	1 27	7·1	2·6	23 10
Mai 1	1 55	+ 10·3	2·6	23 23
		Venus		
April 3	2 22	+ 21·5	25·0	1 36
7	2 19	21·5	26·4	1 18
11	2 14	21·0	27·7	0 57
15	2 6	20·2	28·7	0 34
19	1 58	19·0	29·3	0 10
23	1 49	17·5	29·5	23 39
27	1 41	15·9	29·1	23 15
Mai 1	1 34	+ 14·2	28·3	22 53
		Mars		
April 3	2 18	+ 13·8	2·0	1 32
7	2 29	14·8	2·0	1 28
11	2 40	15·8	2·0	1 24
15	2 52	16·7	2·0	1 19
19	3 3	17·5	1·9	1 15
23	3 14	18·3	1·9	1 10
27	3 26	19·1	1·9	1 6
Mai 1	3 38	+ 19·8	1·9	1 2

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
		Jupiter		
April 8	10 48·6	+ 9 7	0·663	9 42
16	10 46·5	9 18	0·671	9 9
24	10 45·0	9 26	0·680	8 36
Mai 2	10 44·3	+ 9 28	0·689	8 4
		Saturn		
April 8	11 24·9	+ 6 22	0·932	10 18
16	11 23·1	6 32	0·935	9 45
24	11 21·6	6 41	0·940	9 12
Mai 2	11 20·5	+ 6 46	0·945	8 40
		Uranus		
April 8	22 39·5	— 9 17	1·318	21 31
16	22 40·9	9 9	1·317	21 1
24	22 42·1	9 2	1·314	20 31
Mai 2	22 43·2	— 8 56	1·312	20 1
		Neptun		
April 8	8 53·9	+17 32	1·472	7 48
16	8 53·8	17 32	1·474	7 16
24	8 53·7	17 33	1·476	6 45
Mai 2	8 53·9	+17 32	1·478	6 13

Konstellationen.

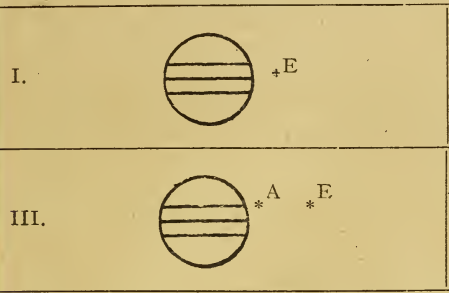
10. **Mars** in Konjunktion mit der Sonne; 22. **Venus** untere Konjunktion mit der Sonne.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys U = 1d 21·3h		Dione U = 2d 17·7h		Rhea U = 4d 12·5h		Titan U = 15d 23·3h	
d	h	d	h	d	h	d	h
April 2	5·1 E	April 2	11·3 E	April 7	15·0 E	April 5	1·4 E
7	20·9 E	10	16·2 E	21	4·2 E	12	20·5 W
13	12·7 E	18	21·2 E			20	23·2 E
19	4·6 E	27	2·2 E			28	18·4 W
24	20·5 E						
30	12·4 E						

Stellungen der Jupitermonde im April 1921.



Stellungen um $11^h\,0^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West.	Ost.
1	3	$\frac{1}{2}$ 4
2	2 1 3	4
3	*	1 3 4
4	1	$\frac{2}{4}$ 3
5	$^{2}4$	1 3
6	4 2 3^{1}	
7	4 3	$_{1}$ 2
8	4 3	2
9	4 2 $_{1}^{3}$	
10	4 2	1 3
11	4 1	2 3
12	4 2	1 3
13	2 $^{4}_{3}$	
14	3	1 2 4
15	3	2 4
16	2 3 1	4
17	2	1 3 4
18	1	2 3 4
19		1 3 4
20	2 1	4
21	3	$^{2}_{4}$
22	3 4 1	2
23	4 $^{3}_{2}$	
24	4 2	1 3
25	4 1	2 3
26	4	2 1 3
27	4 2 1	3
28	4 3	1
29	3 4 1	2
30	3 2	$^{4}_{1}$

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten Ende, } gang über d. Scheibe.

April		h	m
1.	I. VE	9	25
	II. DA	15	55
2.	III. BA	11	47
3.	II. BA	10	59
	II. VE	15	11
5.	II. DE	7	53
	IV. DE	8	45
	II. SE	9	20
	IV. SA	11	46
	IV. SE	15	30
6.	III. SE	7	49
	I. BA	13	50
7.	I. DA	11	11
	I. SA	11	56
	I. DE	13	26
	I. SE	14	12
8.	I. BA	8	17
	I. VE	11	20
9.	I. DE	7	53
	I. SE	8	40
	III. BA	15	12
10.	II. BA	13	18
12.	II. SA	9	6
	II. DE	10	13
	II. SE	11	55
13.	III. DE	8	19
	III. SA	8	36
	III. SE	11	47
	IV. BA	13	50
	I. BA	15	37
14.	I. DA	12	58
	I. SA	13	51
	I. DE	15	14
	I. SE	16	6
15.	I. BA	10	4
	I. VE	13	14

April		h	m
16.	I. SA	8	19
	I. DE	9	40
	I. SE	10	35
17.	I. VE	7	43
	II. BA	15	40
19.	II. DA	9	46
	II. SA	11	42
	II. DE	12	36
	II. SE	14	31
20.	III. DA	8	38
	III. DE	11	51
	III. SA	12	35
	III. SE	15	45
21.	II. VE	9	40
	I. DA	14	47
	I. SA	15	46
22.	IV. SE	9	25
	I. BA	11	53
	I. VE	15	9
23.	I. DA	9	14
	I. SA	10	14
	I. DE	11	29
	I. SE	12	29
24.	I. VE	9	38
26.	II. DA	12	11
	II. SA	14	19
	II. DE	15	1
27.	III. DA	12	13
	III. DE	15	28
28.	II. VE	12	15
29.	I. BA	13	42
30.	IV. BE	9	32
	I. DA	11	3
	I. SA	12	9
	I. DE	13	19
	I. SE	14	24

Mai 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Mai	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	2 32 32	+14 59·6	2 35 29	— 2 57	177·59	— 4·06	— 24·25
2	36 22	15 17·7	39 26	3 4	164·37	3·96	24·07
3	40 11	15 35·5	43 22	3 11	151·16	3·86	23·88
4	44 2	15 53·1	47 19	3 17	137·94	3·75	23·68
5	47 53	16 10·4	51 15	3 23	124·72	3·65	23·48
6	51 44	16 27·5	55 12	3 28	111·50	3·54	23·27
7	55 36	16 44·3	2 59 8	3 32	98·28	3·43	23·05
8	2 59 29	17 0·8	3 3 5	3 36	85·06	3·32	22 83
9	3 3 22	17 17·0	7 2	3 40	71·84	3·21	22·59
10	7 16	17 32·9	10 58	3 42	58·61	3·10	22·36
11	11 10	17 48·6	14 55	3 45	45·39	2·99	22 11
12	15 5	18 3·9	18 51	3 46	32·16	2 88	21·86
13	19 0	18 19·0	22 48	3 48	18·94	2·77	21·60
14	22 56	18 33·7	26 44	3 48	5·71	2·66	21·33
15	26 53	18 48·1	30 41	3 48	352·49	2·54	21·06
16	30 50	19 2·2	34 37	3 48	339·26	2·43	20·78
17	34 47	19 16·0	38 34	3 47	326·03	2·32	20·49
18	38 46	19 29·4	42 30	3 45	312·81	2·20	20·20
19	42 44	19 42·5	46 27	3 43	299·58	2 08	19·90
20	46 44	19 55·3	50 24	3 40	286·35	1·97	19·60
21	50 43	20 7·7	54 20	3 37	273·12	1·85	19·29
22	54 44	20 19·8	3 58 17	3 33	259·89	1·73	18·97
23	3 58 44	20 31·6	4 2 13	3 29	246·66	1·61	18·65
24	4 2 46	20 43·0	6 10	3 24	233·42	1.49	18·32
25	6 48	20 54·0	10 6	3 19	220·19	1·37	17·99
26	10 50	21 4·7	14 3	3 13	206·96	1·25	17·65
27	14 53	21 15·0	18 0	3 6	193·73	1·13	17.30
28	18 57	21.25·0	21 56	3 0	180·50	1·01	16·95
29	23 0	21 34·6	25 53	2 52	167·27	0·89	16.60
30	27 5	21 43·8	29 49	2 44	154·03	0·77	16·24
31	4 31 10	+21 52·6	4 33 46	— 2 36	140·80	— 0·65	— 15·87

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond:	Mai	7^d	9^h	$1{\cdot}5^m$.	Erdnähe:	Mai	11^d	$8{\cdot}2^h$.
Erstes Viertel:	»	14^d	3^h	$24{\cdot}8^m$.	Erdferne:	»	26^d	$22{\cdot}8^h$.
Vollmond:	»	21^d	8^h	$15{\cdot}4^m$.				
Letztes Viertel:	»	29^d	9^h	$44{\cdot}6^m$.				

Mai 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Mai	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	22	6·4	—	6 59	19	42	— 3·17	— 5·68	338·58
2·5	22	52·8	—	3 12	20	26	4·17	4·75	336·44
3·5	23	39·8	+	0 49	21	11	4·96	3·58	335·30
4·5	0	28·1		4 53	21	58	5·47	2·22	335·27
5·5	1	18·3		8 50	22	47	5·66	— 0·71	336·45
6·5	2	10·9		12 27	23	38	5·51	+ 0·88	338·92
7·5	3	6·1		15 29	—	—	5·03	2·45	342·68
8·5	4	3·9		17 41	0	33	4·24	3·91	347·62
9·5	5	3·7		18 48	1	30	3·20	5·14	353·45
10·5	6	4·3		18 44	2	29	2·00	6·06	359·77
11·5	7	4·5		17 28	3	28	— 0·72	6·60	6·09
12·5	8	3·5		15 5	4	26	+ 0·55	6·72	11·93
13·5	9	0·6		11 48	5	21	1·72	6·42	16·92
14·5	9	55·7		7 52	6	15	2·74	5·73	20·81
15·5	10	49·2	+	3 32	7	6	3·58	4·70	23·43
16·5	11	41·6	—	0 56	7	57	4·21	3·41	24·72
17·5	12	33·4		5 17	8	46	4·62	1·94	24·66
18·5	13	25·2		9 20	9	36	4·83	+ 0·38	23·28
19·5	14	17·4		12 51	10	26	4·83	— 1·18	20·68
20·5	15	10·0		15 40	11	16	4·63	2·65	17·00
21·5	16	2·9		17 40	12	7	4·23	3·96	12·46
22·5	16	55·7		18 45	12	57	3·63	5·06	7·34
23·5	17	48·0		18 55	13	47	2·85	5·90	1·92
24·5	18	39·2		18 11	14	36	1·90	6·46	356·52
25·5	19	29·2		16 40	15	24	+ 0·80	6·72	351·39
26·5	20	17·6		14 25	16	9	— 0·41	6·69	346·73
27·5	21	4·8		11 36	16	54	1·68	6·38	342·72
28·5	21	51·1		8 18	17	37	2·95	5·79	339·45
29·5	22	36·9		4 39	18	20	4·15	4·95	337·04
30·5	23	23·0	—	0 45	19	4	5·19	3·88	335·57
31·5	0	10·0	+	3 16	19	49	— 5·99	— 2·60	335·13

Sternbedeckungen

durch den Mond für Berlin finden in diesem Monat nur für schwächere Sterne statt.

Mai 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
	Merkur			
Mai 1	1 55	+ 10·3	2·6	23 23
5	2 26	13·6	2·5	23 39
9	2 59	16·8	2·5	23 56
13	3 33	19·8	2·6	0 11
17	4 9	22·2	2·6	0 30
21	4 44	24·0	2·8	0 50
25	5 17	25·2	2·9	1 7
29	5 48	25·6	3·1	1 22
Juni 2	6 15	+ 25·5	3·4	1 34
	Venus			
Mai 1	1 34	+ 14·2	28·3	22 53
5	1 29	12·7	27·2	22 33
9	1 27	11·5	25·8	22 16
13	1 26	10·5	24·3	22 0
17	1 28	9·8	22·8	21 47
21	1 33	9·4	21·4	21 36
25	1 39	9·3	20·1	21 26
29	1 46	9·5	18·8	21 19
Juni 2	1 55	+ 9·8	17·6	21 12
	Mars			
Mai 1	3 38	+ 19·8	1·9	1 2
5	3 49	20·5	1·9	0 58
9	4 1	21·1	1·9	0 54
13	4 13	21·6	1·9	0 50
17	4 24	22·1	1·9	0 46
21	4 36	22·6	1·8	0 42
25	4 48	23·0	1·8	0 38
29	5 0	23·3	1·8	0 34
Juni 2	5 12	+ 23·6	1·8	0 30

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
	Jupiter			
Mai 2	10 44·3	+ 9 28	0·689	8 4
10	10 44·3	9 27	0.699	7 32
18	10 45·0	9 21	0·710	7 1
26	10 46·4	9 10	0·720	6 31
Juni 3	10 48·5	+ 8 56	0·730	6 2
	Saturn			
Mai 2	11 20·5	+ 6 46	0·945	8 40
10	11 19·7	6 50	0·950	8 7
18	11 19·3	6 51	0·956	7 36
26	11 19·4	6 49	0·962	7 4
Juni 3	11 19·8	+ 6 44	0·968	6 33
	Uranus			
Mai 2	22 43·2	— 8 56	1·312	20 1
10	22 44·1	8 50	1·309	19 30
18	22 44·8	8 46	1·307	18 59
26	22 45·4	8 43	1·304	18 28
Juni 3	22 45·8	— 8 41	1.301	17 57
	Neptun			
Mai 2	8 53·9	+ 17 32	1·478	6 13
10	8 54·1	17 31	1·480	5 42
18	8 54·5	17 30	1·482	5 11
26	8 55·0	17 28	1·484	4 40
Juni 3	8 55·7	+ 17 25	1·485	4 9

Konstellationen.

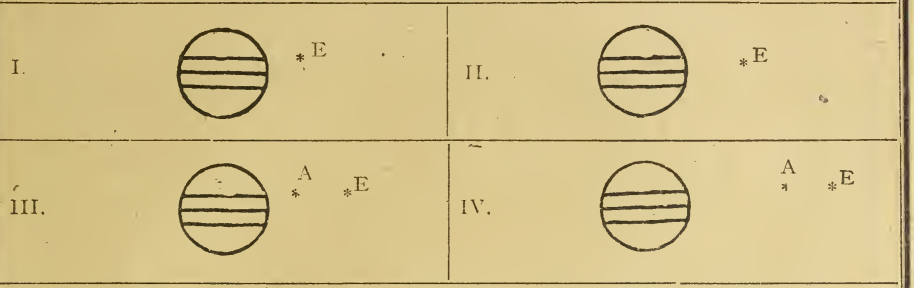
10. **Merkur** obere Konjunktion mit der Sonne; 14. **Merkur** im Perihel; 20. **Merkur** in Konjunktion mit **Mars** (Abstand in δ 1° 3′); 28. **Venus** im größten Glanz.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys U = 1d 21·3h		Dione U = 2d 17·7h		Rhea U = 4d 12·5h		Titan U = 15d 23·3h	
d	h	d	h	d	h	d	h
Mai 6	4·3 E	Mai 5	7·2 E	Mai 4	17·3 E	Mai 6	21·4 E
11	20·2 E	13	12·2 E	18	6·5 E	14	16·8 W
17	12·1 E	21	17·3 E	31	19 8 E	22	20·0 E
23	4·1 E	29	22·4 E			30	15·5 W
28	20·0 E						

Stellungen der Jupitermonde im Mai 1921.



Stellungen um $10^h\ 30^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West | Ost
1	2 ○ 3 4
2	1 ○ 2 3 4
3	○ 2 1 3 4
4	2 1 ○ 3 4
5	3 ○ 1 4
6	3 1 ○ 2 4
7	3 2 ○ 1 4
8	2 ○ 4
9	4 1 ○ 2 3
10	4 ○ 1 2 3
11	4 2 1 ○ 3
12	4 3 2 ○ 1
13	4 3 1 ○ 2
14	4 3 2 ○ 1
15	4 2 1 ○
16	4 ○ 2 3
17	○ 1 2 3
18	2 1 ○ 3 4
19	3 2 ○ 1 4
20	3 1 ○ 2 4
21	3 ○ 1 4
22	2 1 3 ○ 4
23	○ 1 2 3 4
24	○ 2 4 3
25	2 1 4 ○ 3
26	4 2 3 ○ 1
27	4 3 1 ○ 2
28	4 3 ○ 2 1
29	4 2 3 1 ○
30	4 ○ 1 3
31	4 ○ 2 3

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten, Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1 h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Mai		h m
1.	III. VE	9 37
	I. VE	11 33
2.	I. SE	8 52
5.	II. BA	9 43
7.	II. SE	9 1
	I. DA	12 54
	I. SA	14 4
8.	III. BE	8 53
	I. BA	10 1
	III. VA	10 26
	IV. DA	12 35
	I. VE	13 28
	III. VE	13 35
9.	I. SA	8 33
	I. DE	9 37
	I. SE	10 47
12.	II. BA	12 11
14.	II. SA	8 50
	II. DE	9 12
	II. SE	11 38
15.	III. BA	9 22
	I. BA	11 53
	III. BE	12 40
16.	I. DA	9 14

Mai		h m
16.	I. SA	10 27
	I. DE	11 30
	I. SE	12 41
17.	I. VE	9 52
	IV. VA	10 20
	IV. VE	13 50
21.	II. DA	8 55
	II. SA	11 27
	II. DE	11 45
22.	III. BA	13 13
	I. BA	13 46
23.	II. VE	9 17
	I. DA	11 8
	I. SA	12 22
	I. DE	13 23
24.	I. VE	11 47
25.	I. SE	9 5
	IV. DE	9 46
26.	III. SE	11 37
28.	II. DA	11 30
30.	II. VE	11 52
	I. DA	13 2
31.	I. BA	10 9
	I. VE	13 42

Juni 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Juni	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	4 35 15	+22 1·1	4 37 42	— 2 27	127·57	— 0·53	— 15·50
2	39 21	22 9·2	41 39	2 18	114 33	0·41	15·12
3	43 27	22 16·8	45 35	2 9	101·10	0·29	14·74
4	47 33	22 24·2	49 32	1 59	87·86	0·17	14·35
5	51 40	22 31·1	53 29	1 49	74·63	— 0·05	13·96
6	55 47	22 37·6	4 57 25	1 38	61·39	+ 0·07	13·56
7	4 59 55	22 43·7	5 1 22	1 27	48·16	0·19	13·16
8	5 4 2	22 49·4	5 18	1 16	34·92	0·31	12·76
9	8 11	22 54·7	9 15	1 4	21·69	0·43	12·35
10	12 19	22 59·6	13 11	0 52	8·45	0·55	11·94
11	16 27	23 4·2	17 8	0 41	355·21	0·67	11·52
12	20 36	23 8·3	21 4	0 28	341·98	0·79	11·10
13	24 45	23 12·0	25 1	0 16	328·74	0·91	10·68
14	28 54	23 15·3	28 58	— 0 4	315·51	1·03	10·26
15	33 3	23 18·1	32 54	+ 0 9	302·27	1·15	9·83
16	37 12	23 20·6	36 51	0 22	289·03	1·27	9·40
17	41 22	23 22·7	40 47	0 34	275·79	1·39	8·96
18	45 31	23 24·3	44 44	0 47	262·56	1·51	8·53
19	49 40	23 25·6	48 40	1 0	249·32	1·62	8·09
20	53 50	23 26·4	52 37	1 13	236·08	1·74	7·65
21	5 57 59	23 26·8	5 56 33	1 26	222.84	1·86	7·21
22	6 2 9	23 26·8	6 0 30	1 39	209·61	1·97	6·76
23	6 18	23 26·4	4 27	1 52	196·37	2·09	6·32
24	10 28	23 25·5	8 23	2 5	183·14	2·21	5·87
25	14 37	23 24·3	12 20	2 17	169·90	2·32	5·42
26	18 46	23 22·6	16 16	2 30	156·66	2·43	4·97
27	22 55	23 20·5	20 13	2 43	143·42	2·55	4·51
28	27 4	23 18·1	24 9	2 55	130·19	2·66	4·06
29	31 13	23 15·2	28 6	3 7	116·95	2 77	3·60
30	6 35 22	+23 11·9	6 32 2	+ 3 19	103·71	+ 2·88	— 3·15

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond: Juni $5^d\ 18^h\ 14{\cdot}7^m$.
Erstes Viertel: » $12^d\ 8^h\ 59{\cdot}5^m$.
Vollmond: » $19^d\ 21^h\ 41{\cdot}3^m$.
Letztes Viertel: » $28^d\ 1^h\ 17{\cdot}0^m$.

Erdnähe: Juni $7^d\ 20{\cdot}9^h$.
Erdferne: » $23^d\ 13{\cdot}7^h$.

Juni 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Juni	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	0	58·7	+ 7	15	20	36	— 6·48	— 1·17	335·84
2·5	1	49·8	11	1	21	25	6·60	+ 0·36	337·79
3·5	2	43·8	14	19	22	19	6·29	1·91	341·04
4·5	3	40·8	16	55	23	15	5·55	3·39	345·56
5·5	4	40·7	18	32	—	—	4·41	4·70	351·17
6·5	5	42·4	18	58	0	15	2·94	5·73	357·50
7·5	6	44·6	18	6	1	15	— 1·28	6·38	4·06
8·5	7	45·9	16	2	2	16	+ 0·44	6·61	10·28
9·5	8	45·3	12	55	3	14	2·06	6·39	15·70
10·5	9	42·3	9	3	4	10	3·46	5.76	19·99
11 5	10	37·1	4	43	5	4	4·57	4·77	22·97
12·5	11	30·1	+ 0	14	5	55	5·36	3·52	24·57
13·5	12	21·9	— 4	11	6	44	5·81	2·09	24·80
14·5	13	13·3	8	18	7	34	5·96	+ 0·57	23·71
15·5	14	4·7	11	56	8	23	5·85	— 0·95	21·41
16·5	14	56·4	14	56	9	12	5·52	2·39	18·03
17·5	15	48·4	17	10	10	2	5·00	3·69	13·75
18·5	16	40·7	18	32	10	52	4·32	4·80	8·81
19·5	17	32·8	19	0	11	42	3·50	5·67	3·48
20·5	18	24·2	18	34	12	31	2·54	6·26	358·06
21·5	19	14·5	17	18	13	18	1·47	6·57	352·82
22·5	20	3·5	15	17	14	5	+ 0·30	6·59	348·00
23·5	20	51·1	12	39	14	50	— 0·96	6·32	343·78
24·5	21	37·6	9	30	15	34	2·26	5·79	340·30
25·5	22	23·3	5	59	16	16	3·56	5·00	337·64
26·5	23	8·8	— 2	12	16	59	4·79	3·99	335·90
27·5	23	54·7	+ 1	44	17	43	5·88	2·79	335·14
28·5	0	41·7	5	40	18	28	6·73	— 1·44	335·46
29 5	1	30·7	9	28	19	15	7·28	+ 0·01	336·93
30·5	2	22·3	+ 12	56	20	5	— 7·42	+ 1·51	339·63

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
ϱ Sagittarii	4·0	Juni 21	$12^h\ 57{\cdot}9^m$	$14^h\ 17{\cdot}6^m$	70·2°	263·0°

Juni 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
Merkur				
Juni 2	6 15	+ 25·5	3·4	1 34
6	6 39	25·0	3·7	1 41
10	6 58	24·1	4·0	1 45
14	7 13	23·0	4·4	1 44
18	7 23	21·8	4·8	1 38
22	7 28	20·7	5·1	1 28
26	7 28	19·6	5·5	1 12
30	7 23	18·7	5·8	0 51
Juli 4	7 15	+ 18·1	5·9	0 27
Venus				
Juni 2	1 55	+ 9·8	17·6	21 12
6	2 5	10·3	16·6	21 7
10	2 16	11·0	15·7	21 2
14	2 28	11·7	14·8	20 59
18	2 41	12·5	14·0	20 56
22	2 55	13·4	13·3	20 54
26	3 9	14·3	12·7	20 52
30	3 24	15·3	12·1	20 52
Juli 4	3 39	+ 16·2	11·6	20 51
Mars				
Juni 2	5 12	+ 23·6	1·8	0 30
6	5 24	23·9	1·8	0 26
10	5 35	24·0	1·8	0 22
14	5 47	24·2	1·8	0 18
18	5 59	24·2	1·8	0 14
22	6 11	24·2	1·8	0 10
26	6 22	24·2	1·8	0 6
30	6 34	24·1	1·8	0 2
Juli 4	6 46	+ 23·9	1·8	23 57

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
Jupiter				
Juni 3	10 48·5	+ 8 56	0·730	6 2
11	10 51·2	8 38	0·740	5 33
19	10 54·5	8 17	0·750	5 5
27	10 58·2	7 52	0·759	4 37
Juli 5	11 2·5	+ 7 25	0·768	4 10
Saturn				
Juni 3	11 19·8	+ 6 44	0·968	6 33
11	11 20·7	6 37	0·974	6 3
19	11 21·9	6 28	0·980	5 32
27	11 23·5	6 16	0·986	5 2
Juli 5	11 25·4	+ 6 2	0·992	4 33
Uranus				
Juni 3	22 45·8	— 8 41	1·301	17 57
11	22 46·0	8 41	1·298	17 26
19	22 45·9	8 41	1·295	16 54
27	22 45·7	8 43	1·292	16 23
Juli 5	22 45·3	— 8 45	1·290	15 51
Neptun				
Juni 3	8 55·7	+ 17 25	1·485	4 9
11	8 56·5	17 22	1·487	3 39
19	8 57·3	17 18	1·488	3 8
27	8 58·3	17 15	1·490	2 38
Juli 5	8 59·3	+ 17 10	1·491	2 7

Konstellationen.

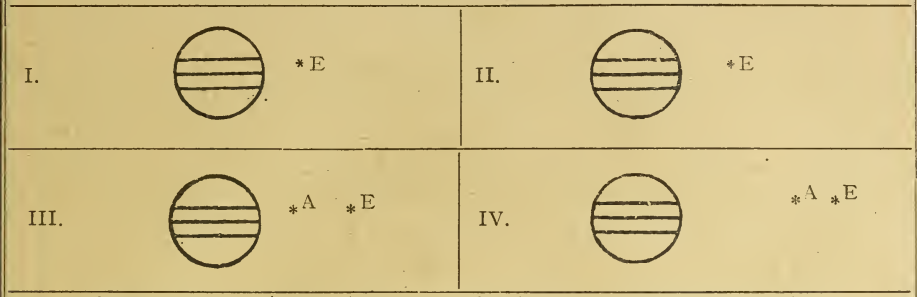
11. **Merkur** gr. östl. Elongation (24° 13′); 22. **Venus** im Aphel; 27. **Merkur** im Aphel.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys $U = 1^d\ 21{\cdot}3^h$		Dione $U = 2^d\ 17{\cdot}7^h$		Rhea $U = 4^d\ 12{\cdot}5^h$		Titan $U = 15^d\ 23{\cdot}3^h$	
d	h	d	h	d	h	d	h
Juni 3	12·0 E	Juni 7	3·5 E	Juni 14	9·3 E	Juni 7	18·9 E
9	4·0 E	15	8·6 E	27	22·7 E	15	14·7 W
14	19·9 E	23	13·7 E			23	18·2 E
20	11·8 E						
26	3·8 E						

Stellungen der Jupitermonde im Juni 1921.



Stellungen um $9^h\ 30^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West. | Ost.
1	4 2 ○ 3
2	2 4 ○ 1
3	3 1 ○ $^4_2$
4	3 ○ 2 1 $^{-}_{4}$
5	2 $^3_1$ ○ 4
6	○ 1 3 4
7	1 ○ 2 3 4
8	2 ○ 3 4
9	2 ○3 4
10	3 1 ○ $^2_4$
11	3 4 ○ $^1_2$
12	4 $^3_2$ 1 ○
13	4 2 ○ 1
14	4 1 ○ 2 3
15	4 2 ○ 1 3
16	4 2 ○ 3
17	4 3 1 ○ 2
18	3 4 ○ 1 2
19	3 2 1 ^{4}○
20	2 ○^{3} 1 4
21	1 ○ 2 3 4
22	○ 1 3 4
23	2 1○ 3 4
24	3 ○ 2 4
25	3 ○ 1 2 4
26	3 $^1_2$ ○ 4
27	2 ^{3}○ $^1_4$
28	$^1_4$ ○ 2 3
29	4 ○ 2 1 3
30	4 2 1 ○ 3

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang. } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten, Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1 h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Juni		h	m
1.	I. DE	9	45
	I. SE	10	59
2.	III. DE	10	36
6.	II. BA	9	8
8.	I. DA	9	26
	I. SA	10	40
	I. DE	11	41
9.	I. VE	10	6
	III. DA	11	21
11.	IV. SA	11	55
13.	III. VE	9	30
	II. BA	11	45

Juni		h	m
15.	I. DA	11	22
	II. SE	11	25
17.	I. SE	9	17
19.	IV. BA	10	23
20.	III. VA	10	25
22.	II. SA	11	15
	II. DE	11	38
23.	I. BA	10	28
24.	I. DE	10	3
	I. SE	11	12
27.	III. BA	9	31
29.	II. DA	11	30

Juli 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Juli	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	6 39 30	+23 8·2	6 35 59	+ 3 31	90·47	+ 2·99	— 2·69
2	43 38	23 4·1	39 56	3 43	77·24	3·10	2·24
3	47 46	22 59·6	43 52	3 54	64·00	3·21	1·78
4	51 54	22 54·6	47 49	4 5	50·77	3·31	1·33
5	6 56 1	22 49·3	51 45	4 16	37·53	3·42	0·87
6	7 0 8	22 43·6	55 42	4 27	24·30	3·53	— 0·41
7	4 15	22 37·5	6 59 38	4 37	11·06	3·63	+ 0·04
8	8 21	22 31·0	7 3 35	4 46	357·83	3·74	0·49
9	12 27	22 24·1	7 31	4 56	344·59	3·84	0·95
10	16 33	22 16·9	11 28	5 5	331·36	3·94	1·40
11	20 38	22 9·2	15 25	5 13	318·13	4·04	1·85
12	24 42	22 1·2	19 21	5 21	304·90	4·14	2·30
13	28 46	21 52·8	23 18	5 29	291·66	4·24	2·75
14	32 50	21 44·0	27 14	5 36	278·43	4·33	3·20
15	36 53	21 34·8	31 11	5 42	265·20	4·43	3·65
16	40 56	21 25·3	35 7	5 48	251·97	4·52	4.10
17	44 58	21 15·4	39 4	5 54	238·73	4·62	4.54
18	48 59	21 5·2	43 0	5 59	225·50	4·71	4.98
19	53 0	20 54·6	46 57	6 3	212·27	4·80	5.42
20	7 57 1	20 43·6	50 54	6 7	199·04	4·89	5·86
21	8 1 1	20 32·3	54 50	6 10	185·91	4·98	6·29
22	5 0	20 20·7	7 58 47	6 13	172·58	5·07	6·72
23	8 59	20 8·7	8 2 43	6 15	159·35	5·15	7·15
24	12 57	19 56·3	6 40	6 17	146·12	5·24	7·58
25	16 55	19 43·7	10 36	6 18	132·89	5·32	8·00
26	20 52	19 30·7	14 33	6 19	119·66	5·40	8·42
27	24 48	19 17·4	18 29	6 19	106 43	5·48	8·84
28	28 44	19 3·7	22 26	6 18	93·20	5·56	9·26
29	32 39	18 49·8	26 23	6 17	79·98	5·63	9·67
30	36 34	18 35·5	30 19	6 15	66·75	5·71	10·08
31	8 40 28	+18 20·9	8 34 16	+ 6 13	53·53	+ 5·79	+ 10·49

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond: Juli 5^d 1^h $36{\cdot}3^m$.
Erstes Viertel: » 11^d 16^h $15{\cdot}7^m$.
Vollmond: » 19^d 12^h $7{\cdot}7^m$.
Letztes Viertel: » 27^d 14^h $19{\cdot}9^m$.

Erdnähe: Juli 6^d $0{\cdot}9^h$.
Erdferne: » 20^d $22{\cdot}3^h$.

Juli 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Juli	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	3	17·1	+ 15	49	20	59	— 7·10	+ 2·97	343·58
2·5	4	15·1	17	54	21	56	6·28	4·29	348·71
3·5	5	15·9	18	54	22	57	4·98	5·39	354·77
4·5	6	18·6	18	38	23	58	3·27	6·15	1·35
5·5	7	21·5	17	4	—	—	— 1·30	6·50	7·89
6·5	8	23·3	14	19	0	59	+ 0·75	6·39	13·83
7·5	9	23·1	10	37	1	58	2·70	5·83	18·70
8·5	10	20·5	6	18	2	55	4·38	4·88	22·22
9·5	11	15·6	+ 1	43	3	49	5·69	3·64	24·28
10·5	12	9·0	— 2	51	4	41	6·57	2·20	24·87
11·5	13	1·4	7	8	5	31	7·03	+ 0·67	24·08
12·5	13	53·1	10	57	6	21	7·10	— 0·86	22·02
13·5	14	44·8	14	8	7	10	6·84	2·30	18·86
14·5	15	36·5	16	34	7	59	6·32	3·60	14·78
15·5	16	28·3	18	10	8	49	5·59	4·71	10·00
16·5	17	20·0	18	53	9	38	4·70	5·58	4·78
17·5	18	11·2	18	43	10	27	3·69	6·19	359·40
18·5	19	1·6	17	43	11	15	2·58	6·51	354·12
19·5	19	50·8	15	56	12	2	1·40	6·55	349·18
20·5	20	38·8	13	30	12	47	+ 0·15	6·31	344·79
21·5	21	25·6	10	31	13	32	— 1·14	5·79	341·09
22·5	22	11·6	7	7	14	15	2·45	5·02	338·22
23·5	22	57·0	— 3	25	14	57	3·74	4·03	336·24
24·5	23	42·4	+ 0	26	15	40	4·96	2·86	335·23
25·5	0	28·5	4	19	16	24	6·05	1·55	335·25
26·5	1	15·9	8	6	17	9	6·93	— 0·14	336·36
27·5	2	5·4	11	36	17	57	7·51	+ 1·31	338·63
28·5	2	57·5	14	39	18	47	7·71	2·73	342·06
29·5	3	52·6	17	1	19	41	7·46	4·04	346·65
30·5	4	50·8	18	28	20	39	6·72	5·17	352·23
31·5	5	51·5	+ 18	48	21	39	— 5·47	+ 6·01	358·53

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
Venus	— 3·9	Juli 1	$16^h\ 10{\cdot}6^m$	$17^h\ 23{\cdot}2^m$	77·0°	251·8°

Juli 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
	Merkur			
Juli 4	7 15	+ 18·1	5·9	0 27
8	7 4	17·9	5·9	0 1 / 23 54
12	6 54	18 0	5·6	23 29
16	6 48	18·4	5·2	23 9
20	6 47	19·0	4·8	22 54
24	6 53	19·8	4·3	22 45
28	7 5	20·5	3·9	22 43
Aug 1	7 24	+ 20·9	3·5	22 48
	Venus			
Juli 4	3 39	+ 16·2	11·6	20 51
8	3 55	17·1	11·1	20 52
12	4 12	18·0	10·6	20 52
16	4 29	18·7	10·2	20 54
20	4 46	19·5	9·8	20 56
24	5 4	20·1	9·5	20 58
28	5 22	20 6	9·2	21 0
Aug. 1	5 41	+ 21·0	8·9	21 3
	Mars			
Juli 4	6 46	+ 23·9	1·8	23 57
8	6 57	23·7	1·8	23 52
12	7 9	23·4	1·8	23 48
16	7 20	23·1	1·8	23 44
20	7 31	22·8	1·8	23 39
24	7 42	22·4	1·8	23 34
28	7 53	21·9	1·8	23 30
Aug. 1	8 4	+ 21·4	1·8	23 25

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
	Jupiter			
Juli 5	11 2·5	+ 7 25	0·768	4 10
13	11 7·1	6 55	0·775	3 43
21	11 12·1	6 22	0·782	3 17
29	11 17·4	5 48	0·789	2 51
Aug. 6	11 23·0	+ 5 12	0·794	2 25
	Saturn			
Juli 5	11 25·4	+ 6 2	0·992	4 33
13	11 27·7	5 47	0·997	4 4
21	11 30·2	5 30	1·002	3 35
29	11 33·0	5 11	1·006	3 6
Aug. 6	11 36·0	+ 4 51	1·010	2 38
	Uranus			
Juli 5	22 45.3	— 8 45	1·290	15 51
13	22 44·8	8 49	1·287	15 19
21	22 44·0	8 54	1·285	14 47
29	22 43·2	8 59	1·284	14 14
Aug. 6	22 42·2	— 9 5	1·282	13 42
	Neptun			
Juli 5	8 59·3	+ 17 10	1·491	2 7
13	9 0·4	17 6	1·491	1 37
21	9 1·5	17 1	1·492	1 6
29	9 2·7	16 56	1·492	0 36
Aug. 6	9 3·9	+ 16 51	1·493	0 6

Konstellationen.

1. **Venus** größte westliche Elongation (45° 44′); 8. **Merkur** untere Konjunktion mit der Sonne; 28. **Merkur** größte westliche Elongation (19° 40′).

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys $U = 1^d\ 21{\cdot}3^h$		Dione $U = 2^d\ 17{\cdot}7^h$		Rhea $U = 4^d\ 12{\cdot}5^h$		Titan $U = 15^d\ 23{\cdot}3^h$	
d	h	d	h	d	h	d	h
Juli 1	19·8 E	Juli 1	18·9 E	Juli 11	12·2 E	Juli 1	14·3 W
7	11·8 E	10	0·0 E			9	17·9 E
13	3·7 E						

Stellungen der Jupitermonde im Juli 1921.

I. *E

II. *E

III. *A *E

IV. *A *E

Stellungen um $8^h\ 45^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West.	Ost.
1	4 3	1
2	4 3	2
3	4 3 2_1	
4	4 2 3	1
5	4 1	2_3
6		2_1 3
7	2 1	3_4
8	3_2	1 4
9	3 1_3	2 4
10	3 2_1	4
11	2 3	1 4
12	1	2_3 4
13		1_2 4 3
14	2 1	4 3
15	4 2	1
16	4 3 1	2
17	4 3	
18	4 2_3	1
19	4 1	3_2
20	4	1 2 3
21	4 2_1	3
22	4 2	3 1
23	3 1	4 2
24	3	2_1 4
25	3_2	4
26	1	2 4
27		1 2 3 4
28	1_2	3 4
29	2	3_1 4
30	3 1	2 4
31	3	4_2 1_3

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten

BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe

DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters vor
DE Durchgang, Ende, } der Scheibe

SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten, Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Juli		h	m
1.	I. DA	9	45
	I. SA	10	53
2.	I. VE	10	21
6.	IV. BE	9	37
8.	II. BA	9	6
10.	I. SE	9	30
17.	I. SA	9	11
	II. DE	9	14
24.	II. DA	9	10
	I. DA	10	11
26.	III. VE	9	22
31.	IV. DA	9	55

August 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Aug.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	8 44 22	+ 18 6·1	8 38 12	+ 6 10	40·30	+ 5 86	+ 10·89
2	48 15	17 50·9	42 9	6 6	27·08	5·93	11·29
3	52 7	17 35·4	46 5	6 2	13·85	6·00	11·68
4	55 59	17 19·7	50 2	5 57	0·63	6·07	12·07
5	8 59 50	17 3·7	53 58	5 52	347·41	6·14	12·46
6	9 3 41	16 47·4	8 57 55	5 46	334·18	6·20	12·84
7	7 31	16 30·8	9 1 52	5 39	320·96	6·26	13·22
8	11 20	16 13·9	5 48	5 32	307·74	6·32	13·59
9	15 9	15 56·8	9 45	5 24	294·52	6·38	13·96
10	18 57	15 39·5	13 41	5 16	281·30	6·44	14·33
11	22 45	15 21·9	17 38	5 7	268·08	6·49	14·69
12	26 32	15 4·0	21 34	4 58	254·86	6·54	15·05
13	30 18	14 46·0	25 31	4 47	241·64	6·59	15·40
14	34 4	14 27·6	29 27	4 37	228·42	6·64	15·75
15	37 49	14 9·1	33 24	4 25	215·20	6·69	16·09
16	41 34	13 50·3	37 21	4 14	201·98	6·73	16·43
17	45 18	13 31·3	41 17	4 1	188·76	6·78	16·77
18	49 2	13 12·1	45 14	3 48	175·55	6·82	17·09
19	52 45	12 52·7	49 10	3 35	162·33	6·86	17·42
20	9 56 28	12 33·0	53 7	3 21	149·12	6·90	17·74
21	10 0 10	12 13·2	9 57 3	3 7	135·90	6·94	18·06
22	3 52	11 53·2	10 1 0	2 52	122·69	6·98	18·37
23	7 33	11 33·0	4 56	2 37	109·47	7·01	18·68
24	11 14	11 12·6	8 53	2 21	96·26	7·04	18·98
25	14 55	10 52·0	12 50	2 5	83·05	7·07	19·27
26	18 35	10 31·3	16 46	1 49	69·83	7·09	19·56
27	22 15	10 10·4	20 43	1 32	56·62	7·12	19·85
28	25 54	9 49·3	24 39	1 15	43·41	7·14	20·13
29	29 33	9 28·0	28 36	0 57	30·20	7·16	20·40
30	33 12	9 6·7	32 32	0 39	16·99	7·18	20·67
31	10 36 50	+ 8 45·1	10 36 29	+ 0 21	3·78	+ 7·19	+ 20·93

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond:	Aug.	3^d	8^h	$17{\cdot}5^m$.	Erdnähe:	Aug.	3^d $9{\cdot}8^h$.
Erstes Viertel:	»	10^d	2^h	$13{\cdot}7^m$.	Erdferne:	»	17^d $0{\cdot}9^h$.
Vollmond:	»	18^d	3^h	$28{\cdot}3^m$.	Erdnähe:	»	31^d $19{\cdot}4^h$.
Letztes Viertel:	»	26^d	0^h	$51{\cdot}4^m$.			

August 1921

Mond

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Aug.	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	6	53·7	+ 17	52	22	40	— 3·77	+ 6·47	5·08
2·5	7	56·1	15	40	23	40	— 1·75	6·49	11·34
3·5	8	57·6	12	22	—	—	+ 0·41	6·04	16·78
4·5	9	57·2	8	15	0	39	2·52	5·17	20·98
5·5	10	54·8	+ 3	39	1	36	4·39	3·94	23·69
6·5	11	50·7	— 1	4	2	30	5·89	2·47	24·84
7·5	12	45·0	5	35	3	23	6·93	+ 0·89	24·47
8·5	13	38·4	9	40	4	15	7·51	— 0·71	22·72
9·5	14	31·2	13	6	5	6	7·64	2·21	19·77
10·5	15	23·7	15	48	5	56	7·39	3·56	15·84
11·5	16	15·9	17	38	6	46	6·83	4·70	11·17
12·5	17	7·7	18	36	7	35	6·01	5·60	6·02
13·5	17	58·9	18	41	8	24	5·02	6·23	0·66
14·5	18	49·3	17	55	9	12	3·90	6·58	355·34
15·5	19	38·7	16	23	10	0	2.69	6·64	350·32
16·5	20	26·9	14	8	10	45	1.43	6·41	345·78
17·5	21	14·1	11	20	11	30	+ 0·14	5·90	341·91
18·5	22	0 3	8	3	12	14	— 1·15	5·14	338·81
19·5	22	46·0	4	26	12	56	2·41	4·16	336·60
20·5	23	31·6	— 0	38	13	39	3·63	2·98	335·36
21·5	0	17·5	+ 3	14	14	23	4·75	1·66	335·14
22·5	1	4·4	7	0	15	7	5·74	— 0·25	335·99
23·5	1	52·8	10	32	15	53	6·53	+ 1·19	337·95
24·5	2	43·2	13	39	16	42	7·07	2·61	341·04
25·5	3	36·1	16	10	17	33	7·27	3·93	345·21
26·5	4	31·6	17	54	18	27	7·07	5·07	350·35
27·5	5	29·6	18	38	19	24	6·44	5·95	356·25
28·5	6	29·3	18	14	20	22	5·37	6·50	2·56
29·5	7	30·1	16	37	21	22	3·88	6·65	8·83
30·5	8	30·8	13	53	22	20	2·07	6·35	14·56
31·5	9	30·6	+ 10	10	23	18	— 0·08	+ 5·60	19·29

Sternbedeckungen

durch den Mond für Berlin finden in diesem Monat nur für schwächere Sterne statt.

August 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
	Merkur			
Aug. 1	7 24	+ 20·9	3·5	22 48
5	7 49	20·9	3·1	22 58
9	8 18	20·3	2·9	23 12
13	8 50	19·0	2·7	23 29
17	9 23	17·0	2·6	23 46
21	9 55	14·6	2·5	— —
25	10 25	11·7	2·4	0 12
29	10 54	8·7	2·4	0 25
Sept. 2	11 20	+ 5·6	2·4	0 36
	Venus			
Aug. 1	5 41	+ 21·0	8·9	21 3
5	5 59	21·3	8·6	21 6
9	6 19	21·5	8·4	21 10
13	6 38	21·5	8·1	21 13
17	6 57	21·4	7·9	21 17
21	7 17	21·1	7·7	21 21
25	7 37	20·6	7·5	21 25
29	7 56	20·0	7·3	21 29
Sept. 2	8 16	+ 19·3	7·2	21 32
	Mars			
Aug. 1	8 4	+ 21·4	1·8	23 25
5	8 15	20·9	1·8	23 20
9	8 26	20·3	1·8	23 15
13	8 37	19·7	1·8	23 10
17	8 47	19·1	1·8	23 5
21	8 58	18·4	1·8	22 59
25	9 8	17·7	1·8	22 54
29	9 18	16·9	1·8	22 48
Sept. 2	9 28	+ 16·2	1·8	22 42

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
	Jupiter			
Aug. 6	11 23·0	+ 5 12	0·794	2 25
14	11 28·8	4 34	0·799	1 59
22	11 34·7	3 55	0·803	1 34
30	11 40·9	3 15	0·806	1 8
Sept. 7	11 47·1	+ 2 35	0·808	0 43
	Saturn			
Aug. 6	11 36·0	+ 4 51	1·010	2 38
14	11 39·1	4 29	1·013	2 9
22	11 42·5	4 7	1·016	1 41
30	11 46·0	3 44	1·018	1 13
Sept. 7	11 49·5	+ 3 21	1·020	0 45
	Uranus			
Aug. 6	22 42·2	— 9 5	1·282	13 42
14	22 41·1	9 12	1·281	13 9
22	22 39·9	9 19	1·280	12 37
30	22 38·7	9 26	1·280	12 4
Sept. 7	22 37·5	— 9 33	1·280	11 32
	Neptun			
Aug. 6	9 3·9	+ 16 51	1·493	0 6
14	9 5·1	16 46	1·492	23 32
22	9 6·3	16 41	1·492	23 2
30	9 7·4	16 36	1·491	22 31
Sept. 7	9 8·5	+ 16 32	1·491	22 1

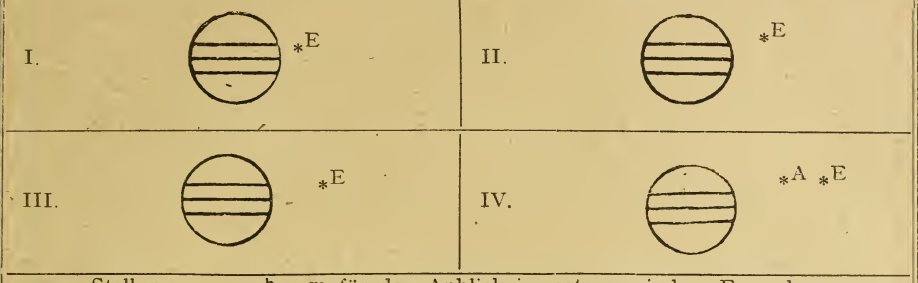
Konstellationen.

6. **Neptun** in Konjunktion mit der Sonne; 10. **Merkur** im Perihel; 10. **Merkur** in Konjunktion mit **Mars** (Abstand in δ 11′); 23. **Merkur** obere Konjunktion mit der Sonne; 31. **Uranus** in Konjunktion mit der Sonne.

Saturnmonde

sind erst vom Dezember ab wieder zu beobachten.

Stellungen der Jupitermonde im August 1921.



Stellungen um $7^h\ 45^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West.	Ost.
1	3 $^{2}_{4}$ 1	
2	4	
3	4	1 2 3
4	4 $^{1}_{2}$	3
5	4 2	$^{1}_{3}$
6	4 $^{1}_{3}$	2
7	$^{1}_{3}$	$^{1}_{2}$
8	3 2 4 1	
9	3 1	$^{4}_{2}$
10		$^{3}_{2}$ 4
11	$^{1}_{2}$	3 4
12	2	1 3 4
13	1 3	2 4
14	3	$^{1}_{2}$ 4
15	3 2 1	4
16	$^{3}_{2}$	1 4
17	^{1}	$^{3}_{2}$
18	4 $_{1}$	3
19	4 2	1 3
20	4 1	2
21	4 3	$^{1}_{2}$
22	4 3 $^{1}_{2}$	
23	4 $^{3}_{2}$	1
24	4 1	3 2
25	4	2 3
26	2	1 4 3
27	1	3 4

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters vor
DE Durchgang, Ende, } der Scheibe
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten, Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1 h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Aug.		h	m
2.	I. DE	8	56
11.	II. SE	8	22
17.	I. BA	7	57
18.	I. SE	7	59
27.	II. VE	7	59

September 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Sept.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	10 40 28	+ 8 23·4	10 40 25	+ 0 3	350·57	+ 7·21	+ 21·19
2	44 6	8 1·6	44 22	— 0 16	337·37	7·22	21·44
3	47 43	7 39·7	48 18	0 35	324·16	7·23	21·69
4	51 21	7 17·6	52 15	0 54	310·95	7·24	21·93
5	54 58	6 55·4	10 56 12	1 14	297·75	7·24	22·16
6	10 58 34	6 33·2	11 0 8	1 34	284·54	7·25	22·39
7	11 2 11	6 10·8	4 5	1 54	271·34	7·25	22·61
8	5 47	5 48·3	8 1	2 14	258·13	7·25	22·83
9	9 23	5 25·7	11 58	2 35	244·93	7·25	23·04
10	12 59	5 3·0	15 54	2 55	231·72	7·25	23·25
11	16 35	4 40·2	19 51	3 16	218·52	7·24	23·45
12	20 10	4 17·4	23 47	3 37	205·31	7·23	23·64
13	23 46	3 54·4	27 44	3 58	192·11	7·22	23·83
14	27 21	3 31·4	31 41	4 20	178·91	7·21	24·01
15	30 56	3 8·4	35 37	4 41	165·70	7·19	24·19
16	34 32	2 45·3	39 34	5 2	152·50	7·17	24·36
17	38 7	2 22·1	43 30	5 23	139·30	7·15	24·52
18	41 42	1 58·9	47 27	5 45	126·10	7·13	24·68
19	45 17	1 35·6	51 23	6 6	112·90	7·11	24·83
20	48 53	1 12·3	55 20	6 27	99.70	7·08	24·97
21	52 28	0 49·0	11 59 16	6 48	86·50	7·05	25·11
22	56 3	0 25·6	12 3 13	7 10	73·30	7·02	25·24
23	11 59 39	+ 0 2·3	7 10	7 31	60·10	6·99	25·36
24	12 3 15	— 0 21·1	11 6	7 51	46·90	6·96	25·48
25	6 51	0 44·5	15 3	8 12	33·71	6·92	25·59
26	10 27	1 7·9	18 59	8 33	20·51	6·88	25·69
27	14 3	1 31·3	22 56	8 53	7·32	6·84	25·79
28	17 39	1 54·7	26 52	9 13	354·12	6·80	25·88
29	21 16	2 18·1	30 49	9 33	340·93	6 76	25·96
30	12 24 53	— 2 41·4	12 34 45	— 9 52	327·73	+ 6·71	+ 26·04

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond: Sept. 1^d 15^h $33{\cdot}0^m$. Erdferne: Sept. 13^d $8{\cdot}0^h$.

Erstes Viertel: » 8^d 15^h $29{\cdot}5^m$. Erdnähe: » 29^d $1{\cdot}8^h$.

Vollmond: » 16^d 19^h $20{\cdot}0^m$.

Letztes Viertel: » 24^d 9^h $17{\cdot}7^m$.

September 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Sept.	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	10	29·3	+ 5	47	—	—	+ 1·93	+ 4·46	22·69
2·5	11	26·6	+ 1	4	0	14	3·78	3·01	24·55
3·5	12	22·8	— 3	38	1	9	5·32	+ 1·39	24·81
4·5	13	18·0	8	0	2	3	6·46	— 0·29	23·55
5·5	14	12·6	11	47	2	55	7·16	1·91	20·93
6·5	15	6·7	14	48	3	48	7·42	3·37	17·19
7·5	16	0·2	16	58	4	39	7·27	4·61	12·61
8·5	16	53·1	18	14	5	30	6·76	5·59	7·48
9·5	17	45·1	18	34	6	20	5·97	6·28	2·08
10·5	18	36·0	18	3	7	9	4·95	6.68	356·70
11·5	19	25·7	16	43	7	56	3·79	6·78	351·57
12·5	20	14·2	14	41	8	42	2·54	6·59	346·89
13·5	21	1·6	12	3	9	27	+ 1·25	6·12	342·82
14·5	21	48·1	8	55	10	11	— 0·04	5·39	339·51
15·5	22	34·1	5	24	10	55	1·28	4·42	337·06
16·5	23	20·0	— 1	38	11	38	2·45	3·24	335·56
17·5	0	6·1	+ 2	13	12	21	3·51	1·91	335·08
18·5	0	53·2	6	2	13	6	4·44	— 0·48	335·68
19·5	1	41·5	9	39	13	52	5·20	+ 1·00	337·40
20·5	2	31·6	12	52	14	40	5·76	2·45	340·25
21·5	3	23·7	15	32	15	30	6·09	3·80	344·17
22·5	4	17·9	17	26	16	22	6·14	4·98	349·05
23·5	5	14·2	18	24	17	17	5·88	5·91	354·68
24·5	6	11·9	18	20	18	13	5·30	6·53	0·75
25·5	7	10·5	17	9	19	10	4·38	6·77	6·88
26·5	8	9·2	14	53	20	7	3·17	6·60	12·65
27·5	9	7·5	11	38	21	3	1·71	6·00	17·64
28·5	10	5·1	7	37	21	58	— 0·10	5·00	21·49
29·5	11	1·9	+ 3	7	22	53	+ 1·54	3·66	23·96
30·5	11	58·1	— 1	34	23	47	+ 3·11	+ 2·07	24·90

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
ϱ Sagittarii	4·0	Sept. 11	$7^h\ 31{\cdot}7^m$	$8^h\ 32{\cdot}2^m$	120·0°	216·2°
o Piscium	4·5	» 19	10 50·4	11 49·8	106·7	208·8

September 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
	Merkur			
Sept. 2	11 20	+ 5·6	2·4	0 36
6	11 45	+ 2·5	2·5	0 45
10	12 9	— 0·6	2·5	0 53
14	12 31	3·5	2·6	1 0
18	12 53	6·4	2·6	1 6
22	13 14	9·1	2·7	1 11
26	13 34	11·6	2·9	1 15
30	13 53	13·8	3·0	1 18
Okt. 4	14 10	— 15·9	3·2	1 20
	Venus			
Sept. 2	8 16	+ 19·3	7·2	21 32
6	8 35	18·4	7·0	21 36
10	8 55	17·4	6·8	21 40
14	9 14	16·3	6·7	21 43
18	9 33	15·0	6·6	21 47
22	9 52	13·6	6·5	21 50
26	10 11	12·1	6·4	21 53
30	10 30	10·5	6·2	21 56
Okt. 4	10 48	+ 8·8	6·2	21 58
	Mars			
Sept. 2	9 28	+ 16·2	1·8	22 42
6	9 38	15·4	1·8	22 37
10	9 48	14·5	1·9	22 31
14	9 58	13·7	1·9	22 25
18	10 8	12·8	1·9	22 19
22	10 17	12·0	1·9	22 13
26	10 27	11·1	1·9	22 7
30	10 36	10·1	1·9	22 0
Okt. 4	10 46	+ 9·2	1·9	21 54

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
	Jupiter			
Sept. 7	11 47·1	+ 2 35	0·808	0 43
15	11 53·4	1 54	0.809	0 18
23	11 59·8	1 13	0·809	23 50
Okt. 1	12 6·1	+ 0 32	0·809	23 24
	Saturn			
Sept. 7	11 49·5	+ 3 21	1·020	0 45
15	11 53·2	2 58	1·020	0 18
23	11 56·8	2 34	1·021	23 46
Okt. 1	12 0·5	+ 2 11	1·020	23 18
	Uranus			
Sept. 7	22 37·5	— 9 33	1·280	11 32
15	22 36·4	9 40	1·281	10 59
23	22 35·3	9 47	1·282	10 26
Okt. 1	22 34·2	— 9 52	1·283	9 54
	Neptun			
Sept. 7	9 8·5	+ 16 32	1·491	22 1
15	9 9·5	16 27	1·489	21 30
23	9 10·5	16 23	1·488	21 0
Okt. 1	9 11·3	+ 16 20	1·487	20 29

Konstellationen.

6. **Merkur** in Konjunktion mit **Jupiter** (Abstand in δ 19′); 7. **Merkur** in Konjunktion mit **Saturn** (Abstand in δ 1° 25′); 14. **Jupiter** in Konjunktion mit **Saturn** (Abstand in δ 1° 2′); 21. **Saturn** in Konjunktion mit der Sonne; 22. **Jupiter** in Konjunktion mit der Sonne; 23. **Merkur** im Aphel; 24. **Venus** in Konjunktion mit α **Leonis** (Abstand in δ 18′).

Saturnmonde

sind erst vom Dezember ab wieder zu beobachten.

Saturn und sein Ring. Daten nach H. Struve.

1921	Achsen des Saturn		Achsen des äußeren Ringes		Erhebungswinkel der Erde	Positionswinkel der Saturnachse
	große	kleine	große	kleine		
	″	″	″	″	°	°
Januar 14·5	18·75	16·80	42·27	0·74	+ 1·017	— 4·501
Februar 15·5	19·54	17·49	44·03	0·18	+ 0·241	4·614
März 15·5	19·74	17·68	44·49	0·62	— 0·798	4·781
April 16·5	19·32	17·31	43·52	1·38	1·826	4·957
Mai 14·5	18·55	16·62	41·78	1·59	2·199	5·029
Juni 15·5	17·54	15·72	39·50	1·28	1·854	4·991
Juli 17·5	16·68	14·93	37·54	0·51	— 0·776	4·828
August 14·5	16·16	14·47	36·38	0·38	+ 0·588	4·605
September 15·5	15·90	14·24	35·80	1·48	2·382	4·292
Oktober 17·5	16·03	14·36	36·08	2·62	4·165	3·955
November 14·5	16·45	14·75	37·03	3·54	5·490	3·682
Dezember 16·5	17·23	15·46	38·81	4·39	+ 6·493	— 3·454

NB. Da die Ringebene in diesem Jahre nahe u in die Gesichtslinie fällt, ist von einer bildlichen Darstellung Abstand genommen worden.

Oppositions-Ephemeriden Kleiner Planeten.

(3) Juno

1921	AR	δ
Juni 11·5	18h 41m	— 4·8°
19·5	18 34	4·7
27·5	18 28	4·8
Juli 5·5	18 20	5·0
13·5	18 14	5·3
21·5	18 8	5·8
29·5	18 2	— 6·4

(4) Vesta

1921	AR	δ
Okt. 25·5	3h 25m	+ 8·4°
Nov. 2·5	3 18	8·0
10·5	3 10	7·6
18·5	3 1	7·3
26·5	2 54	7·2
Dez. 4·5	2 47	7·2
12·5	2 42	+ 7·3

(7) Iris

1921	AR	δ
Aug. 30·5	23h 34m	+ 8·8°
Sept. 7·5	23 28	8·5
15·5	23 22	8·0
23·5	23 15	7·2
Okt. 1·5	23 9	6·3
9.5	23 5	+ 5·4

(12) Viktoria

1921	AR	δ
Juni 3·5	18h 6m	— 15·9°
11·5	18 0	14·8
19·5	17 53	13·7
27·5	17 46	12·8
Juli 5·5	17 40	12·1
13·5	17 35	— 11·6

Oktober 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Okt.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	12 28 30	— 3 4·8	12 38 42	— 10 12	314·54	+ 6·66	+ 26·11
2	32 8	3 28·1	42 38	10 31	301·34	6·61	26·17
3	35 46	3 51·3	46 35	10 49	288·15	6·56	26·23
4	39 24	4 14.6	50 32	11 8	274·96	6·51	26·28
5	43 2	4 37·7	54 28	11 26	261·76	6·45	26·32
6	46 41	5 0·8	12 58 25	11 44	248·57	6·39	26·35
7	50 20	5 23·9	13 2 21	12 1	235·37	6·33	26·38
8	54 0	5 46·8	6 18	12 18	222·18	6·27	26·40
9	12 57 40	6 9·7	10 14	12 35	208·99	6·21	26·41
10	13 1 20	6 32·5	14 11	12 51	195·79	6·14	26·42
11	5 1	6 55·3	18 7	13 7	182·60	6·08	26·42
12	8 42	7 17·9	22 4	13 22	169·41	6·01	26·41
13	12 24	7 40·4	26 1	13 37	156·22	5·94	26·39
14	16 6	8 2·9	29 57	13 51	143·03	5·87	26·37
15	19 49	8 25·2	33 54	14 5	129·84	5·79	26·33
16	23 32	8 47·4	37 50	14 18	116·65	5·72	26·29
17	27 16	9 9·4	41 47	14 30	103·46	5·64	26·25
18	31 1	9 31·4	45 43	14 42	90·27	5·56	26·19
19	34 46	9 53·2	49 40	14 54	77·08	5·48	26·13
20	38 32	10 14·8	53 36	15 5	63·89	5·39	26·06
21	42 18	10 36·3	13 57 33	15 15	50.70	5·31	25·98
22	46 5	10 57·7	14 1 30	15 24	37·51	5·22	25·89
23	49 53	11 18·8	5 26	15 33	24·32	5·13	25·80
24	53 42	11 39·9	9 23	15 41	11·13	5·04	25·70
25	13 57 31	12 0·7	13 19	15 48	357·94	4·95	25·59
26	14 1 21	12 21·4	17 16	15 55	344·75	4·86	25·48
27	5 11	12 41·8	21 12	16 1	331·57	4·77	25·35
28	9 3	13 2·1	25 9	16 6	318·38	4·67	25·22
29	12 55	13 22·2	29 5	16 10	305·19	4·57	25·08
30	16 48	13 42·0	33 2	16 14	292·01	4·47	24·93
31	14 20 42	— 14 1·7	14 36 59	— 16 17	278·82	+ 4·37	+ 24·78

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Neumond:	Okt.	1d	0h 26·4m.	Erdferne: Okt.	10d 22·9h.
Erstes Viertel:	»	8d	8h 11·8m.	Erdnähe: »	26d 18·5h.
Vollmond:	»	16d	10h 59·6m.		
Letztes Viertel:	»	23d	16h 31·5m.		
Neumond:	»	30d	11h 38·8m.		

Oktober 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Okt.	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	12	53·9	—	6 6	--	—	+ 4·47	+ 0·37	24·28
2·5	13	49·5		10 12	0	40	5·53	— 1·33	22·19
3·5	14	44·8		13 36	1	34	6·24	2·91	18·81
4·5	15	39·9		16 10	2	27	6·56	4·28	14·42
5·5	16	34·3		17 48	3	20	6·50	5·38	9·33
6·5	17	27·8		18 28	4	11	6·08	6·19	3·87
7·5	18	19·9		18 13	5	2	5·35	6·68	358·36
8·5	19	10·6		17 8	5	50	4·37	6·86	353·06
9·5	19	59·7		15 18	6	38	3·21	6·74	348·20
10·5	20	47·5		12 50	7	23	1·95	6·33	343·93
11·5	21	34·2		9 51	8	7	+ 0·65	5·66	340·39
12·5	22	20·3		6 27	8	51	— 0·63	4·74	337·68
13·5	23	6·2	—	2 46	9	34	1·82	3·61	335·89
14·5	23	52·4	+	1 6	10	17	2·87	2·30	335·10
15·5	0	39·5		4 58	11	2	3·74	— 0·87	335·39
16·5	1	28·0		8 41	11	48	4·41	+ 0·63	336·82
17·5	2	18·3		12 4	12	36	4·85	2·12	339·41
18·5	3	10·7		14 55	13	26	5·04	3·52	343·13
19·5	4	5·1		17 3	14	18	4·99	4·76	347·86
20·5	5	1·3		18 15	15	13	4·71	5·76	353·38
21·5	5	58·7		18 26	16	8	4·20	6·44	359·39
22·5	6	56·6		17 31	17	5	3·49	6·76	5·50
23·5	7	54·3		15 33	18	0	2·60	6·68	11·28
24·5	8	51·3		12 38	18	55	1·58	6·20	16·38
25·5	9	47·4		8 56	19	49	— 0·45	5·33	20·46
26·5	10	42·6		4 42	20	42	+ 0·72	4·12	23·31
27·5	11	37·4	+	0 10	21	34	1·89	2·64	24·75
28·5	12	31·9	—	4 21	22	27	3·00	+ 1·01	24·71
29·5	13	26·7		8 35	23	20	3·97	— 0·67	23·21
30·5	14	21·8		12 17	—	—	4·74	2·29	20·35
31·5	15	17·2	—	15 14	0	13	+ 5·27	— 3·75	16·32

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
χ Ophiuchi	4·9	Okt. 5	$7^h\ 17{\cdot}5^m$	$8^h\ 18{\cdot}7^m$	80·1°	282·6°

Oktober 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
		Merkur		
Okt. 4	14 10	— 15·9	3·2	1 20
8	14 26	17·6	3·4	1 20
12	14 39	18·9	3·6	1 17
16	14 48	19·6	4·0	1 10
20	14 51	19·7	4·3	0 58
24	14 46	18·7	4·7	0 37
28	14 33	16·6	4·9	0 8 0 0
Nov. 1	14 15	— 13·8	4·9	23 26
		Venus		
Okt. 4	10 48	+ 8·8	6·2	21 58
8	11 7	7·1	6·1	22 1
12	11 25	5·3	6·0	22 3
16	11 43	3·4	5·9	22 6
20	12 1	+ 1·5	5·8	22 8
24	12 20	— 0·4	5·7	22 11
28	12 38	2·3	5·7	22 13
Nov. 1	12 56	— 4·3	5·6	22 16
		Mars		
Okt. 4	10 46	+ 9·2	1·9	21 54
8	10 55	8·3	1·9	21 48
12	11 5	7·3	2·0	21 41
16	11 14	6·4	2·0	21 34
20	11 23	5·4	2·0	21 28
24	11 32	4·4	2·0	21 21
28	11 41	3·4	2·0	21 15
Nov. 1	11 50	+ 2·5	2·1	21 8

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
		Jupiter		
Okt. 1	12 6·1	+ 0 32	0·809	23 24
9	12 12·4	— 0 9	0·807	22 59
17	12 18·7	0 49	0·805	22 34
25	12 24·8	1 28	0·801	22 9
Nov. 2	12 30·8	— 2 6	0·797	21 43
		Saturn		
Okt. 1	12 0·5	+ 2 11	1·020	23 18
9	12 4·1	1 48	1·019	22 50
17	12 7·6	1 26	1·017	22 22
25	12 11·0	1 5	1·015	21 54
Nov. 2	12 14·3	+ 0 45	1·012	21 26
		Uranus		
Okt. 1	22 34.2	— 9 52	1·283	9 54
9	22 33·3	9 58	1·285	9 22
17	22 32·5	10 2	1·287	8 49
25	22 31·9	10 5	1·290	8 17
Nov. 2	22 31·5	— 10 7	1·293	7 45
		Neptun		
Okt. 1	9 11·3	+ 16 20	1·487	20 29
9	9 12·1	16 16	1·485	19 59
17	9 12·7	16 14	1·483	19 28
25	9 13·2	16 12	1·481	18 57
Nov. 2	9 13·6	+ 16 10	1·480	18 26

Konstellationen.

3. **Venus** in Konjunktion mit **Mars** (Abstand in δ 11′); 7. **Merkur** größte östliche Elongation (25° 23′); 14. **Venus** im Perihel; 22. **Venus** in Konjunktion mit **Saturn** (Abstand in δ 35′); 25. **Venus** in Konjunktion mit **Jupiter** (Abstand in δ 31′); 31. **Merkur** untere Konjunktion mit der Sonne.

Saturnmonde

sind erst vom Dezember ab wieder zu beobachten.

Stellungen der Jupitermonde im Oktober 1921.

I.

II.

III.

IV.

Stellungen um $17^h\ 45^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West | Ost
17	3 1 ○ 2 4
18	3 2 ○ 1 4
19	3 1 ○ 2 4
20	○ 3 1 2 4
21	2 1 ○ 3 4
22	2 ○ 1 4 3
23	○ 1 3 2
24	3 4 1 ○ 2
25	4 3 2 ○ 1
26	4 3 1 ○
27	4 ○ 3 1 2
28	4 1 2 ○ 3
29	4 2 ○ 1 3
30	4 ○ 3 2
31	3 4 1 ○ 2

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten

BA Bedeckung, Anfang } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe

DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe

SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten, Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1 h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Okt.		h	m
22.	I. SA	17	18
	I. DA	17	48
23.	IV. DA	17	2
	I. BE	17	24
30.	I. VA	16	32
31.	I. DE	16	31

November 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Nov.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	14 24 36	—14 21·1	14 40 55	— 16 19	265·64	+ 4·27	+ 24·61
2	28 32	14 40.3	44 52	16 20	252·45	4·17	24·44
3	32 28	14 59·2	48 48	16 20	239·27	4·06	24·26
4	36 25	15 17·9	52 45	16 20	226·08	3·96	24·07
5	40 23	15 36·4	14 56 41	16 19	212·90	3·85	23·88
6	44 21	15 54·6	15 0 38	16 17	199·71	3·74	23·67
7	48 21	16 12·5	4 34	16 14	186·53	3·63	23·46
8	52 21	16 30·2	8 31	16 10	173·35	3·52	23·24
9	14 56 22	16 47·5	12 28	16 6	160·16	3·41	23·01
10	15 0 24	17 4·6	16 24	16 0	146·98	3·30	22·77
11	4 26	17 21·4	20 21	15 54	133·79	3·18	22·53
12	8 30	17 37·9	24 17	15 47	120·61	3·07	22·28
13	12 34	17 54·1	28 14	15 40	107·43	2·95	22·02
14	16 39	18 10·0	32 10	15 31	94·25	2·84	21·75
15	20 45	18 25·6	36 7	15 21	81·06	2·72	21·48
16	24 52	18 40·8	40 3	15 11	67·88	2·60	21·20
17	29 0	18 55·7	44 0	15 0	54·70	2·48	20·91
18	33 8	19 10·3	47 56	14 48	41·52	2·36	20·61
19	37 18	19 24·5	51 53	14 35	28·33	2·24	20·31
20	41 28	19 38·4	55 50	14 21	15·15	2·12	20·00
21	45 39	19 51·9	15 59 46	14 7	1·97	1·99	19·68
22	49 51	20 5·1	16 3 43	13 52	348·79	1·87	19·36
23	54 4	20 17·9	7 39	13 35	335·61	1·75	19·03
24	15 58 17	20 30·3	11 36	13 18	322·43	1.62	18·69
25	16 2 32	20 42·3	15 32	13 1	309·25	1·50	18·35
26	6 47	20 54·0	19 29	12 42	296·07	1·37	18·00
27	11 3	21 5·2	23 26	12 23	282·89	1·25	17.64
28	15 19	21 16·1	27 22	12 3	269·71	1·12	17·27
29	19 36	21 26·6	31 19	11 42	256·53	1·00	16.90
30	16 23 54	—21 36·6	16 35 15	— 11 21	243·36	+ 0·87	+ 16·52

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Erstes Viertel:	Nov.	7^d	3^h 53·8^m.	Erdferne:	Nov.	7^d 18·2^h.
Vollmond:	»	15^d	1^h 39·1^m.	Erdnähe:	»	20^d 21·9^h.
Letztes Viertel:	»	21^d	23^h 41·0^m.			
Neumond:	»	29^d	1^h 25·7^m.			

November 1921

Mond

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag	Rekt.		Dekl.		Kulmination		Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
							Länge	Breite	
Nov.	h	m	°	′	h	m	°	°	°
1·5	16	12·5	— 17	17	1	6	+ 5·50	— 4·97	11·41
2·5	17	7·2	18	21	1	59	5·42	5·89	5·97
3·5	18	0·8	18	27	2	51	5·02	6·50	0·34
4·5	18	52·9	17	39	3	42	4·32	6·78	354·85
5·5	19	43·2	16	3	4	30	3·37	6·75	349·75
6·5	20	31·8	13	46	5	17	2·22	6·42	345·24
7·5	21	18·9	10	57	6	2	+ 0·95	5·83	341·44
8·5	22	5·0	7	40	6	45	— 0·37	4·98	338·45
9·5	22	50·7	4	5	7	28	1·65	3·92	336·36
10·5	23	36·5	— 0	17	8	11	2·82	2·68	335·23
11·5	0	23·1	+ 3	36	8	55	3·81	— 1·30	335·15
12·5	1	11·0	7	24	9	40	4·54	+ 0·17	336·19
13·5	2	1·0	10	58	10	28	4·97	1·66	338·41
14·5	2	53·3	14	5	11	18	5·07	3·10	341·81
15·5	3	48·1	16	31	12	10	4·85	4·40	346·33
16·5	4	45·1	18	4	13	6	4·33	5·47	351·77
17·5	5	43·6	18	34	14	2	3·57	6·23	357·82
18·5	6	42·6	17	57	15	0	2·63	6·62	4·07
19·5	7	41·3	16	12	15	56	1·59	6·62	10·05
20·5	8	38·8	13	28	16	52	— 0·52	6·21	15·36
21·5	9	34·8	9	57	17	45	+ 0·52	5·41	19·67
22·5	10	29·5	5	52	18	38	1·48	4·29	22·77
23·5	11	23·1	+ 1	29	19	29	2·35	2·91	24·53
24·5	12	16·3	— 2	58	20	20	3·11	+ 1·36	24·88
25·5	13	9·5	7	14	21	11	3·75	— 0·25	23·83
26·5	14	3·1	11	4	22	3	4·26	1·83	21·45
27·5	14	57·3	14	16	22	55	4·61	3·29	17·86
28·5	15	52·0	16	40	23	48	4·80	4·55	13·29
29·5	16	46·7	18	8	—	—	4·78	5·54	8·02
30·5	17	41·0	— 18	37	0	40	+ 4·52	— 6·23	2·41

Sternbedeckungen

durch den Mond für Berlin finden in diesem Monat nur für schwächere Sterne statt.

November 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
		Merkur		
Nov. 1	14 15	— 13·8	4·9	23 26
5	14 0	11·1	4·6	22 58
9	13 56	9·8	4·1	22 40
13	14 2	9·9	3·6	22 32
17	14 15	11·1	3·3	22 32
21	14 34	12·9	3·0	22 35
25	14 55	14·9	2 8	22 41
29	15 18	16·9	2·6	22 49
Dez. 3	15 42	— 18·8	2·5	22 58
		Venus		
Nov. 1	12 56	— 4·3	5·6	22 16
5	13 15	6·2	5·5	22 19
9	13 33	8·0	5·5	22 21
13	13 52	9·9	5·4	22 24
17	14 11	11·7	5·4	22 28
21	14 30	13·4	5·3	22 31
25	14 50	15·0	5·3	22 35
29	15 10	16·5	5·2	22 39
Dez. 3	15 30	— 17·9	5·2	22 44
		Mars		
Nov. 1	11 50	+ 2·5	2·1	21 8
5	11 59	1·5	2·1	21 1
9	12 8	+ 0·5	2·1	20 54
13	12 17	— 0·4	2·1	20 48
17	12 26	1·4	2·2	20 41
21	12 35	2·4	2·2	20 34
25	12 44	3·3	2·2	20 27
29	12 53	4·3	2·3	20 20
Dez. 3	13 2	— 5·2	2·3	20 14

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
		Jupiter		
Nov. 2	12 30·8	— 2 6	0·797	21 43
10	12 36·6	2 42	0·792	21 17
18	12 42·1	3 16	0·786	20 51
26	12 47·3	3 48	0·779	20 25
Dez. 4	12 52·2	— 4 17	0·771	19 58
		Saturn		
Nov. 2	12 14·3	+ 0 45	1·012	21 26
10	12 17·4	0 26	1·008	20 58
18	12 20·3	+ 0 9	1·004	20 29
26	12 23·0	— 0 6	0·999	20 0
Dez. 4	12 25·3	— 0 20	0·994	19 31
		Uranus		
Nov. 2	22 31·5	—10 7	1·293	7 45
10	22 31·3	10 9	1·295	7 14
18	22 31·2	10 8	1·298	6 42
26	22 31·4	10 7	1·301	6 11
Dez. 4	22 31·8	—10 4	1·304	5 40
		Neptun		
Nov. 2	9 13 6	+16 10	1·480	18 26
10	9 13·8	16 9	1·478	17 54
18	9 13·9	16 9	1·476	17 23
26	9 13·8	16 9	1·474	16 52
Dez. 4	9 13·6	+16 10	1·472	16 20

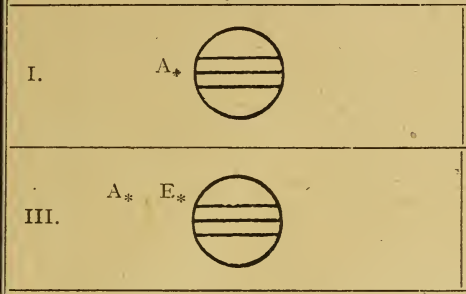
Konstellationen.

4. **Mars** im Aphel; 6. **Merkur** im Perihel; 14. **Mars** in Konjunktion mit **Saturn** (Abstand in δ 53′); 16. **Merkur** größte westliche Elongation (19° 26′); 26. **Mars** in Konjunktion mit **Jupiter** (Abstand in δ 10′).

Saturnmonde

sind erst vom Dezember ab wieder zu beobachten.

Stellungen der Jupitermonde im November 1921.



Stellungen um $17^h\ 30^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West. | Ost.
1	3 2 ◯ 1 4
2	3 1 2 ◯ 4
3	◯ 1 2 4
4	1 2 ◯ 3 4
5	2 ◯ 1 3 4
6	1 ◯ 2 3 4
7	3 ◯ 2 4
8	3 2 ◯ 1 4
9	3 2 1 4 ◯
10	4 3 ◯ 1 2
11	4 1 ◯ 3
12	4 2 ◯ 1 3
13	4 1 ◯ 2 3
14	4 3 ◯ 1 2
15	4 3 2 ◯
16	3 4 2 1 ◯
17	3 ◯ 1 2
18	1 ◯ 2 3 4
19	2 ◯ 1 3 4
20	1 ◯ 2 3 4
21	◯ 1 2 4
22	3 2 ◯ 4
23	3 2 1 ◯ 4
24	3 ◯ 1 2 4
25	1 ◯ 2 3 4
26	2 4 ◯ 1 3
27	4 1 ◯ 3
28	4 ◯ 3 1 2
29	4 3 2 4 ◯
30	4 3 2 ◯

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten
BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe
DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe
SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1 h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Nov.		h	m
2.	II. VA	17	40
4.	II. SE	15	31
	II. DE	16	53
6.	I. VA	18	26
7.	I. SA	15	34
	I. DA	16	18
	I. SE	17	48
	I. DE	18	31
8.	I. BE	15	53
10.	III. VA	18	6
11.	II. SA	15	24
	II. DA	16	59
	II. SE	18	5
14.	I. SA	17	28
	I. DA	18	17
15.	I. BE	17	52

Nov.		h	m
17.	IV. VA	17	16
	IV. VE	18	17
18.	II. SA	17	59
20.	II. BE	16	36
21.	III. DA	15	44
	III. DE	18	19
22.	I. VA	16	41
23.	I. SE	16	3
	I. DE	16	58
28.	III. SA	15	59
	III. SE	18	39
29.	I. VA	18	35
30.	I. SA	15	43
	I. DA	16	43
	I. SE	17	56
	I. DE	18	56

Dezember 1921

Sonne

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Sternzeit	Zeitgleichung	Heliogr. Koord. des Sonnenmittelpunktes		Positionswinkel der Sonnenachse
					Länge	Breite	
Dez.	h m s	° ′	h m s	m s	°	°	°
1	16 28 13	−21 46·3	16 39 12	− 10 59	230·18	+ 0·75	+ 16·14
2	32 32	21 55·5	43 8	10 36	217·00	0·62	15·75
3	36 52	22 4·3	47 5	10 13	203·82	0·49	15·35
4	41 13	22 12·7	51 1	9 49	190·64	0·36	14·95
5	45 34	22 20·6	54 58	9 24	177·46	0·24	14·54
6	49 55	22 28·2	16 58 55	8 59	164·29	+ 0·11	14·13
7	54 18	22 35·2	17 2 51	8 34	151·11	− 0·02	13·71
8	16 58 40	22 41·9	6 48	8 8	137·93	0·15	13·29
9	17 3 3	22 48·1	10 44	7 41	124·76	0·28	12·86
10	7 27	22 53·8	14 41	7 14	111·58	0·40	12·43
11	11 51	22 59·1	18 37	6 47	98·41	0·53	11·99
12	16 15	23 3·9	22 34	6 19	85·23	0·66	11·55
13	20 39	23 8·3	26 30	5 51	72·06	0·79	11·10
14	25 4	23 12·2	30 27	5 23	58·88	0·92	10·65
15	29 30	23 15·7	34 24	4 54	45·71	1·05	10·20
16	33 55	23 18·7	38 20	4 25	32·53	1·17	9.74
17	38 21	23 21·2	42 17	3 56	19·36	1·30	9.28
18	42 47	23 23·3	46 13	3 27	6·19	1·43	8.82
19	47 13	23 24·9	50 10	2 57	353·01	1·55	8.35
20	51 39	23 26·0	54 6	2 27	339·84	1·68	7·88
21	17 56 5	23 26·6	17 58 3	1 57	326·66	1·81	7·41
22	18 0 32	23 26·8	18 1 59	1 28	313·49	1·93	6·94
23	4 58	23 26·5	5 56	0 58	300·32	2·05	6·46
24	9 25	23 25·7	9 53	− 0 28	287·14	2·18	5·98
25	13 51	23 24·5	13 49	+ 0 2	273·97	2·30	5·50
26	18 18	23 22·8	17 46	0 32	260·80	2·42	5·02
27	22 44	23 20·6	21 42	1 2	247·63	2·54	4·54
28	27 10	23 18·0	25 39	1 32	234·46	2·66	4·05
29	31 36	23 14·9	29 35	2 1	221·29	2·78	3·57
30	36 2	23 11·3	33 32	2 30	208·12	2·90	3·08
31	18 40 28	−23 7·2	18 37 28	+ 2 59	194·95	− 3·01	+ 2·59

Mondphasen

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Erstes Viertel: Dez. 7^d 1^h $19{\cdot}5^m$.
Vollmond: » 14^d 14^h $50{\cdot}4^m$.
Letztes Viertel: » 21^d 7^h $54{\cdot}1^m$.
Neumond: » 28^d 17^h $39{\cdot}4^m$.

Erdferne: Dez. 5^d $15{\cdot}2^h$.
Erdnähe: » 17^d $9{\cdot}6^h$.

Dezember 1921

Mond

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt.	Dekl.	Kulmination	Selenographische Koordinaten des Mondmittelpunktes		Positionswinkel der Mondachse
				Länge	Breite	
Dez.	h m	° ′	h m	°	°	°
1·5	18 34·0	— 18 10	1 32	+ 4·02	— 6·59	356·79
2·5	19 25·5	16 51	2 22	3·27	6·64	351·47
3·5	20 15·2	14 48	3 10	2·29	6·39	346·68
4·5	21 3·2	12 9	3 56	+ 1·12	5·86	342·60
5·5	21 49·7	9 1	4 40	— 0·18	5·08	339·33
6·5	22 35·2	5 32	5 23	1 54	4·08	336·94
7·5	23 20·5	— 1 49	6 6	2·87	2·91	335·50
8·5	0 6·1	+ 2 0	6 48	4·08	1·60	335·05
9·5	0 52·8	5 50	7 32	5·07	— 0·20	335·67
10·5	1 41·4	9 30	8 18	5·76	+ 1·25	337·41
11·5	2 32·3	12 49	9 6	6·08	2·67	340·34
12·5	3 26·1	15 36	9 57	5·98	3·99	344·43
13·5	4 22·7	17 35	10 52	5·45	5·11	349·59
14·5	5 21·8	18 34	11 49	4·52	5·96	355·57
15·5	6 22·3	18 23	12 48	3.28	6·45	1·96
16·5	7 23·0	17 0	13 47	1.83	6·52	8·27
17·5	8 22·8	14 31	14 45	— 0·33	6·17	13·99
18·5	9 20 9	11 7	15 41	+ 1·11	5·42	18·72
19·5	10 17·1	7 5	16 35	2·39	4·32	22·19
20·5	11 11·6	+ 2 42	17 27	3·44	2·97	24·27
21·5	12 4·8	— 1 47	18 18	4·24	+ 1·46	24·93
22·5	12 57·5	6 5	19 8	4·79	— 0·12	24·19
23·5	13 50·1	10 1	19 58	5·13	1·66	22·13
24·5	14 43·0	13 22	20 49	5·28	3·09	18·89
25·5	15 36·5	15 59	21 41	5·25	4·34	14·64
26·5	16 30·2	17 44	22 32	5·05	5·34	9·63
27·5	17 23·9	18 34	23 24	4·70	6·05	4·16
28·5	18 17·0	18 28	— —	4·17	6·46	358·55
29·5	19 8·9	17 28	0 14	3·46	6·55	353·12
30·5	19 59·3	15 42	1 3	2·56	6·34	348·13
31·5	20 48·0	— 13 15	1 50	+ 1·48	— 5·85	343·79

Sternbedeckungen

für Berlin (Urania)

(Mittlere Zeit Greenwich.)

Stern	Gr.	Tag	Eintritt	Austritt	Positionswinkel	
					Eintritt	Austritt
o Piscium	4·5	Dez. 10	12h 34·6m	13h 22·9m	115·0°	217·5°
λ Geminorum	3·6	» 16	6 48·2	7 45·7	85·7	279·5

Dezember 1921

Planeten

Mittlerer Greenwicher Mittag.

Tag	Rekt. h m	Dekl. °	Radius ″	Kulm. h m
	Merkur			
Dez. 3	15 42	— 18·8	2·5	22 58
7	16 8	20·6	2·4	23 7
11	16 33	22·1	2·4	23 17
15	17 0	23·3	2·4	23 28
19	17 27	24·2	2·3	23 40
23	17 55	24·8	2·3	23 52
27	18 23	25·0	2·3	0 1
31	18 51	— 24·8	2·3	0 14
	Venus			
Dez. 3	15 30	— 17·9	5·2	22 44
7	15 50	19·2	5·2	22 49
11	16 11	20·3	5·1	22 54
15	16 32	21·3	5·1	22 59
19	16 54	22·1	5·1	23 5
23	17 15	22·7	5·1	23 11
27	17 37	23·2	5·0	23 17
31	17 59	— 23·5	5·0	23 23
	Mars			
Dez. 3	13 2	— 5·2	2·3	20 14
7	13 11	6·1	2·4	20 7
11	13 20	7·0	2·4	20 0
15	13 29	7·9	2·4	19 53
19	13 38	8·8	2·5	19 46
23	13 47	9·6	2·5	19 40
27	13 56	10·5	2·6	19 33
31	14 5	— 11·3	2·6	19 26

Tag	Rekt. h m	Dekl. ° ′	Log. Distanz Erde	Kulm. h m
	Jupiter			
Dez. 4	12 52·2	— 4 17	0·771	19 58
12	12 56·7	4 44	0·763	19 31
20	13 0·7	5 7	0·754	19 4
28	13 4·2	— 5 27	0·744	18 36
	Saturn			
Dez. 4	12 25·3	— 0 20	0·994	19 31
12	12 27·3	0 30	0·989	19 2
20	12 29·0	0 39	0·983	18 32
28	12 30·3	— 0 45	0·977	18 2
	Uranus			
Dez. 4	22 31.8	— 10 4	1·304	5 40
12	22 32·4	10 1	1·307	5 9
20	22 33·1	9 56	1·310	4 38
28	22 34·1	— 9 50	1·313	4 8
	Neptun			
Dez. 4	9 13·6	+ 16 10	1·472	16 20
12	9 13·3	16 12	1·470	15 48
20	9 12·8	16 14	1·468	15 16
28	9 12·2	+ 16 17	1·467	14 44

Konstellationen.

9. **Venus** in Konjunktion mit β **Scorpii** (Abstand in δ 10′); 20. **Merkur** im Aphel; 27. **Merkur** obere Konjunktion mit der Sonne.

Stellungen der Saturnmonde.

Elongationen in Mittlerer Zeit Greenwich.

Tethys $U = 1^d\ 21{\cdot}3^h$		Dione $U = 2^d\ 17{\cdot}7^h$		Rhea $U = 4^d\ 12{\cdot}5^h$		Titan $U = 15^d\ 23{\cdot}3^h$	
d	h	d	h	d	h	d	h
Dez. 1	19·5 E	Dez. 2	3·9 E	Dez. 3	5·9 E	Dez. 8	18·0 W
7	11·4 E	10	9·1 E	16	19·4 E	16	19·8 E
13	3·4 E	18	14·2 E	30	8·8 E	24	17·6 W
18	19·4 E	26	19·3 E				
24	11·4 E						
30	3·2 E						

Stellungen der Jupitermonde im Dezember 1921.

I.

II.

III.

IV. Keine Verfinsterung

Stellungen um $17^h\ 0^m$ für den Anblick im astronomischen Fernrohre.

Tag	West. | Ost.
1	4 3 ◯ 1 2
2	4 1 ◯ 3 2
3	4 2 ◯ 1 3
4	1 2⁴ ◯ 3
5	◯ 1 4 / 3 2
6	3 1 ◯ 4
7	3 2 ◯ 1 4
8	3 ◯ 2 4
9	1 ◯ 3 2 4
10	2 ◯ 1 3 4
11	1 2 ◯ 3/4
12	◯ 1/4 3 2
13	3 1/4 ◯ 2
14	3/4 2 ◯ 1
15	4 3 ◯ 2
16	4 3 ◯ 2
17	4 2 ◯ 1 3
18	4 2/1 ◯ 3
19	4 ◯ 1 2/3
20	4 1/3 ◯ 2
21	3 2 ◯ 4 1
22	3 1 ◯ 2 4
23	3 ◯ 1 2 4
24	2 ◯ 1 3 4
25	2 1 ◯ 3 4
26	◯ 1 2 3 4
27	1 3 ◯ 2 4
28	3 2 ◯ 1 4
29	3 1 ◯ 4
30	3/4 ◯ 1 2
31	4 2 ◯ 3

Erscheinungen der Jupitermonde. Es bedeutet bei nachfolgenden Angaben in Weltzeit:

VA Verfinsterung, Anfang, } des Begl. durch
VE Verfinsterung, Ende, } d. Pl.-Schatten

BA Bedeckung, Anfang, } des Begl. durch
BE Bedeckung, Ende, } d. Pl.-Scheibe

DA Durchgang, Anfang, } des Begleiters
DE Durchgang, Ende, } vor der Scheibe

SA Schatten, Anfang, } des Begl. beim Über-
SE Schatten Ende, } gang über d. Scheibe.

Es sind nur diejenigen Erscheinungen der Jupitermonde aufgeführt, welche sich ereignen, wenn Jupiter zu Greenwich über, und die Sonne unter dem Horizonte steht. Um die Momente dieser Erscheinungen nach mitteleuropäischer Zeit zu finden, hat man nur nötig, 1h zu den angegebenen Zeitpunkten zu addieren.

Dez.		h	m
1.	I. BE	16	17
4.	II. VA	17	16
6.	II. DA	14	33
	II. SE	15	4
	II. DE	17	8
7.	I. SA	17	36
	I. DA	18	41
8.	I. VA	14	56
	I. BE	18	14
9.	I. SE	14	18
	III. BA	14	29
	I. DE	15	22
	III. BE	16	56
13.	II. SA	14	58
	II. DA	17	13
	II. SE	17	37
15.	II. BE	14	6
	I. VA	16	49
16.	I. DA	15	7
	I. SE	16	11
	III. VE	16	33

Dez.		h	m
16.	I. DE	17	19
	III. BA	18	42
17.	I. BE	14	39
20.	II. SA	17	32
22.	II. BE	16	46
	II. VA	18	42
23.	I. SA	15	52
	I. DA	17	3
	III. VA	17	52
	I. SE	18	4
	I. DE	19	14
24.	I. BE	16	34
25.	I. DE	13	43
27.	III. DE	15	6
29.	II. VA	14	19
	II. BE	19	25
30.	I. SA	17	45
	I. DA	18	58
31.	II. DE	14	20
	I. VA	15	3
	I. BE	18	28

Ephemeriden für physikalische Beobachtungen des Mars und Jupiter

Mars

Mittlere Zeit Greenwich	P	$D_\oplus$	Durchmesser	α	q	Q
Jan. 1·5	352·3°	— 21·3°	5·00″	30·8°	0·35″	70·9°
9·5	348·6	22·6	4·88	29·6	0·32	69·7
17·5	345·0	23·6	4·78	28·3	0 29	68·8
25·5	341·6	— 24·3	4·68	27·0	0·26	68·0
Nov. 2·5	24·5	+ 24·1	4·14	23·6	0·17	294·9
10·5	26·8	23·9	4 25	25·0	0·20	294·7
18·5	28·9	23·5	4·37	26·4	0 23	294·4
26·5	30·8	22·9	4·50	27 8	0·26	294·0
Dez. 4·5	32·4	22·2	4·64	29·1	0·29	293·4
12·5	33·8	21·3	4·81	30·4	0·33	292·6
20·5	34·9	20·2	4·99	31·6	0·37	291 8
28·5	35·7	+ 19·1	5·20	32·8	0·41	290·8

Jupiter

Mittlere Zeit Greenwich	P	$D_\oplus$	Äquatordurchmesser	Red. auf Polardurchmesser	α	q	Q
Jan. 1·5	25·2°	— 1·7°	39·72″	2·64″	9·7°	0·29″	292 6°
15·5	25·2	1·7	41·34	2·75	8·4	0·22	292·1
29·5	25·1	1·8	42·78	2 85	6·5	0·14	291·3
Febr. 12·5	25·0	1·8	43·86	2·92	4·0	0·05	289·6
26·5	24·9	1·7	44·43	2·96	1·3	0·01	281·1
März 12·5	24·7	1·7	44·40	2·96	1·6	0·01	121·8
26·5	24 6	1·6	43·78	2·91	4·4	0·06	115·6
April 9·5	24·4	1·5	42·68	2·84	6·8	0·15	114·0
23·5	24·3	1·5	41·24	2·75	8·6	0·24	113 2
Mai 7·5	24·3	1·4	39·64	2·64	9·9	0·30	112·7
21·5	24·3	1·4	38·02	2·53	10·6	0·33	112·4
Juni 4·5	24·4	1·4	36·47	2·43	10·7	0·32	112·2
18·5	24·6	1·4	35·06	2·33	10·4	0·29	112·1
Juli 2·5	24·8	1·4	33·83	2·25	9·6	0·24	112·0
16·5	25·0	1·5	32·79	2·18	8·5	0 18	112·0
30·5	25·2	1·6	31·95	2·13	7·0	0·12	111·8
Aug. 13·5	25·3	1·6	31·30	2·08	5·4	0·07	111·3
27·5	25·4	— 1·7	30·85	2·05	3·6	0·03	110·3

Fortsetzung S. 53. — Bedeutung der Buchstaben siehe Seite 53.

Ephemeriden für physikalische Beobachtungen des Mars und Jupiter (Fortsetzung)

Jupiter

Mittlere Zeit Greenwich	P	$D_\oplus$	Äquator-durchmesser	Red. auf Polar-durchmesser	α	q	Q
Okt. 23·5	25·2°	— 2·2°	31·06″	2·07″	4·3°	0·04″	295·8°
Nov. 6·5	25·0	2·3	31·62	2·10	6·0	0·09	294·8
20·5	24·8	2·4	32·40	2·15	7·6	0·14	294·1
Dez. 4·5	24·5	2·5	33·38	2·22	8·9	0·20	293·5
18·5	24·3	2·6	34·58	2·30	9·8	0·25	293·0
32·5	24·1	— 2·7	35·97	2·39	10·3	0·29	292·6

Es bedeutet

P Positionswinkel der Rotationsachse.

$D_\oplus$ Planetozentrische Deklination der Erde.

α Winkelabstand zwischen Erde und Sonne vom Planeten gesehen.

q Betrag und

Q Positionswinkel des größten Lichtdefektes.

Zentralmeridiane auf Mars

Mittlere Zeit Greenwich.

Tag \ Monat	Januar	November	Dezember
1·5	247·65°	136·16°	213·30°
2·5	237·72	126·40	203·56
3·5	227·79	116·63	193·83
4·5	217·85	106·86	184·10
5·5	207·92	97·10	174·37
6·5	197·98	87·33	164·64
7·5	188·04	77·57	154·92
8·5	178·10	67·80	145·19
9·5	168·16	58·04	135·47
10·5	158·21	48·28	125·75
11·5	148·26	38·52	116·03
12·5	138·32	28·76	106·31
13·5	128·37	19·00	96·60
14·5	118·42	9·24	86·88
15·5	108·46	359·49	77·17
16·5	98·51	349·73	67·46
17·5	88·56	339·98	57·75
18·5	78·60	330·22	48·05
19·5	68·64	320·47	38·34
20·5	58·69	310·72	28·64
21·5	48·73	300·97	18·94
22·5	38·77	291·22	9·24
23·5	28·81	281·48	359·55
24·5	18·85	271·73	349·85
25·5	8·89	261·99	340·16
26·5	358·93	252·25	330·47
27·5	348·96	242·51	320·78
28·5	339·00	232·77	311·10
29·5	329·04	223·03	301·41
30·5	319·07		291·73
31·5			282·05

Tafel I. Mittlerer Rotationswinkel des Jupiter von 10^m zu 10^m für n = 870·27°.

Minut. / Stunde	0^m	10^m	20^m	30^m	40^m	50^m
0^h	0·00°	6·04°	12·09°	18·13°	24·17°	30·22°
1	36·26	42·30	48·35	54·39	60·43	66·48
2	72·52	78·57	84·61	90·65	96·70	102·74
3	108·78	114·83	120·87	126·91	132·96	139·00
4	145·04	151·09	157·13	163·18	169·22	175·26
5	181·31	187·35	193·39	199·44	205·48	211·52
6	217·57	223·61	229·65	235·70	241·74	247·78
7	253·83	259·87	265·92	271·96	278·00	284·05
8	290·09	296·13	302·18	308·22	314·26	320·31
9	326·35	332·39	338·44	344·48	350·52	356·57
10	2·61	8·66	14·70	20·74	26·79	32·83
11	38·87	44·92	50·96	57·00	63·05	69·09
12	75·13	81·18	87·22	93·27	99·31	105·35
13	111·40	117·44	123·48	129·53	135·57	141·61
14	147·66	153·70	159·74	165·79	171·83	177·87
15	183·92	189·96	196·01	202·05	208·09	214·14
16	220·18	226·22	232·27	238·31	244·35	250·40
17	256·44	262·48	268·53	274·57	280·61	286·66
18	292·70	298·75	304·79	310·83	316·88	322·92
19	328·96	335·01	341·05	347·09	353·14	359·18
20	5·22	11·27	17·31	23·35	29·40	35·44
21	41·49	47·53	53·57	59·62	65·66	71·70
22	77·75	83·79	89·83	95·88	101·92	107·96
23	114·01	120·05	126·10	132·14	138·18	144·23

Minuten	P. P.
1	0·60°
2	1·21
3	1·81
4	2·42
5	3·02
6	3·63
7	4·23
8	4·83
9	5·44

Tafel II. Korrektion des mittleren Rotationswinkels.

Diff. / Zeit	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54
0^h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2
3	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3
4	0	0	1	2	2	2	3	4	4	4
5	0	1	1	2	2	3	4	4	5	6
6	0	1	2	2	3	4	4	5	6	7
7	0	1	2	3	4	4	5	6	7	8
8	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10
10	0	1	2	4	5	6	8	9	10	11
11	0	1	3	4	6	7	8	10	11	12
12	0	2	3	4	6	8	9	10	12	14
13	0	2	3	5	6	8	10	11	13	15
14	0	2	4	5	7	9	10	12	14	16
15	0	2	4	6	8	9	11	13	15	17
16	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
17	0	2	4	6	8	11	13	15	17	19
18	0	2	4	7	9	11	14	16	18	20
19	0	2	5	7	10	12	14	17	19	21
20	0	2	5	8	10	12	15	18	20	22
21	0	3	5	8	10	13	16	18	21	24
22	0	3	6	8	11	14	16	19	22	25
23	0	3	6	9	12	14	17	20	23	26
Zeit / Diff.	27	24	21	18	15	12	9	6	3	0

Horizontalargument sind die Dezimalen der Differenzen der Ephemeride.
Argument: oben die Korrektion positiv, unten die Korrektion negativ.

Zentralmeridiane (System II) auf Jupiter

Mittlere Zeit Greenwich.

Monat / Tag	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	November	Dezember
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1·5	53·82 34	35·44 40	286·94 41	268·47 32	96·55 21	71·51 11	253·95 5	350·41 11	174·71 18
2·5	204·16 34	185·84 41	77·35 40	58·79 32	246·76 21	221·62 11	44·00 5	140 52 12	324·89 18
3·5	354·50 35	336·25 40	227·75 40	209·11 32	36·97 20	11·73 11	194·05 5	290·64 12	115·07 18
4·5	144.85 34	126·65 40	18·15 40	359·43 32	187·17 20	161·84 10	344·10 6	80·76 12	265·25 18
5·5	295·19 35	277.06 41	168·55 40	149·74 31	337·37 20	311·94 10	134·16 5	230·88 12	55·43 19
6·5	85·54 35	67.47 41	318·95 40	300·05 31	127·57 19	102·04 10	284·21 5	21·00 12	205·62 19
7·5	235.89 36	217·88 41	109·35 40	90·36 31	277·76 19	252·14 10	74·26 5	171·12 13	355·81 19
8·5	26·25 36	8·29 41	259·74 39	240·66 30	67·95 18	42·24 10	224·30 4	321·25 13	146·00 19
9·5	176·61 36	158·70 41	50·13 39	30·96 30	218·13 18	192·34 9	14·35 5	111·38 13	296·19 20
10·5	326·97 36	309·11 41	200·52 39	181·25 29	8·31 18	342·43 9	164·40 5	261·51 13	86·39 20
11·5	117·33 37	99·53 42	350·91 39	331·54 29	158·49 18	132·52 9	314·44 4	51·64 13	236·59 20
12·5	267·70 37	249·94 41	141·30 39	121·83 28	308·67 17	282·61 9	104·48 4	201·77 14	26·79 20
13·5	58·07 37	40·36 42	291·69 39	272·11 28	98·84 17	72·70 8	254·53 5	351·91 14	176·99 21
14·5	208·44 37	190·77 41	82·07 38	62·39 28	249·01 17	222·78 8	44·57 4	142·05 14	327·20 21
15·5	358·81 37	341·19 42	232·45 38	212·67 27	39·18 16	12·86 8	194·61 4	292·19 14	117·41 21
16·5	149·18 37	131·60 41	22·83 38	2·94 27	189·34 16	162·94 8	344·65 4	82·33 14	267·62 21
17·5	299·56 38	282·01 41	173·21 37	153·21 26	339·50 15	313·02 8	134·69 4	232·47 14	57·83 22
18·5	89·94 38	72·43 42	323·58 37	303·47 26	129·65 15	103·10 7	284·73 4	22·61 15	208·05 22
19·5	240·32 38	222·84 41	113·95 37	93·73 25	279·80 15	253·17 8	74·76 3	172·76 15	358·27 22
20·5	30·70 38	13·25 42	264·32 36	243·98 25	69·95 15	43·25 7	224·80 4	322·91 15	148·49 22
21·5	181·08 39	163·67 41	54·68 36	34·23 25	220·10 14	193·32 7	14·84 4	113·06 16	298·71 23
22·5	331·47 39	314·08 41	205·04 36	184·48 25	10·24 14	343·39 7	164·87 3	263·22 15	88·94 23
23·5	121·86 39	104·49 41	355·40 35	334·73 24	160·38 14	133·46 7	314·91 4	53·37 16	239·17 23
24·5	272·25 39	254·90 41	145·75 35	124·97 24	310·52 13	283·53 6	104·95 3	203·53 16	29·40 24
25·5	62·64 40	45·31 41	296·10 35	275·21 23	100·65 13	73·59 6	254·98 4	353·69 16	179·64 24
26·5	213·04 39	195·72 41	86·45 35	65·44 23	250·78 13	223·65 6	45·02 3	143·85 17	329·88 24
27·5	3·43 40	346·13 41	236·80 34	215·67 23	40·91 13	13·71 6	195·05 3	294·02 17	120·12 24
28·5	153·83 40	136·54 40	27·14 33	5·90 22	191·04 12	163·77 6	345·08 3	84·19 17	270·36 25
29·5	304·23 40		177·47 34	156·12 22	341·16 12	313·83 6	135·12 4	234·36 17	60·61 25
30·5	94·63 40		327·81 33	306·34 21	131·28 12	103·89 6	285·15 3	24·53 18	210·86 25
31·5	245·03 41		118·14 33		281·40 11		75·18 3		1·11

NB. An alle Längen ist die Sir. **47**, 284 1915 angegebene Korrektion + 2·55° bereits angebracht worden

Sichtbarkeitsverhältnisse der Planeten 1921

(Die Zahlen links unten geben den Tag der Konjunktion mit dem Monde.)

	Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
Januar	Unsichtbar 8.	Mitte des Monats etwa $3^1/_2$ Stunden am Abendhimmel 13.	Anfangs noch etwa 3 Stunden, zuletzt noch $2^1/_2$ Stund. sichtbar 13.	Anfang des Monats v. 10 Uhr ab, am Monatsende von 8 Uhr ab sichtb. 27.	Aufgang Mitte des Monats bereits gegen $9^1/_2$ Uhr 27.
Februar	Vom 5. bis 25. am Abendhimmel 9.	Den ganzen Monat hindurch gleich günstig sichtbar 12.	Ende des Monats noch etwa $1^1/_2$ Stund. am Westhimmel 11.	Geht Ende des Monats schon bei Sonnenuntergang auf 23.	Geht um die Monatsmitte schon um $7^1/_2$ Uhr auf 23.
März	Unsichtbar 8.	Ende des Monats nur noch etwa $2^3/_4$ Stunden sichtbar 13.	Nur noch in der Abenddämmerung 12.	Die ganze Nacht sichtbar 22.	Ab 11. des Monats Aufgang schon vor Sonnenuntergang 23.
April	Unsichtbar 6.	Bis 22. Abendstern, dann Morgenstern 9.	Verschwindet zum Monatsende in d. Sonnenstrahlen	Die ganze Nacht sichtbar 18.	Die ganze Nacht sichtbar 19.
Mai	Vom 24. ab am Abendhimmel 7.	Ende des Monats etwa $1/_2$ Stunde in der Morgendämmerung 6.	Unsichtbar 8.	Mitte des Monats nur noch bis 2 Uhr morgens sichtbar 15.	Geht Mitte des Monats gegen $2^1/_2$ Uhr morgens unter 16.
Juni	Bis 14. am Abendhimmel 8.	Etwa eine Stunde am Morgenhimmel 3.	Unsichtbar 6. 29.	Geht in der zweiten Monatshälfte schon vor Mitternacht unter 12.	Anfang des Monats etwa $3^1/_2$ Stunden, später etwa 2 Stund. sichtb. 12.
Juli	Ab 28. am Morgenhimmel 5.	Ende des Monats schon annähernd 3 Stund. sichtb. 2. 31.	Unsichtbar 5.	Nur noch in der Abenddämmerung 9.	Nur noch in der Abenddämmerung 10.
August	Bis 11. am Morgenhimmel 2.	Den ganzen Monat hindurch etwa 3 Stunden am Morgenhimmel 30.	Etwa vom 5. ab in der Morgendämmerung 3. 31.	Unsichtbar 6.	Unsichtbar 6.
September	Unsichtbar 2.	Wie August 29.	Ende d. Monats bereits 2 Stund. am Morgenhimmel 29.	Unsichtbar 3.	Unsichtbar 3.
Oktober	Unsichtbar 3. 31.	Ende des Monats nur noch 2 Stunden sichtbar 29.	Am Monatsende schon 3 Stunden sichtbar 28.	Etwa vom 5. ab in der Morgendämmerung 1. 28.	Bei Beginn des Monats i. d. Morgendämmerung, zuletzt schon 2 Stund. sichtbar 1. 28.
November	Vom 5. ab am Morgenhimmel 28.	Nähert sich immer mehr der Sonne 28.	Geht Mitte des Monats um $^3/_4$3 Uhr morgens auf 25.	Um die Mitte des Monats bereits 3 Stund. sichtb. 25.	Mitte des Monats schon 4 Std. am Morgenhimmel 25.
Dezember	Bis 4. am Morgenhimmel 29.	Vom 28. ab unsichtbar 28.	Im letzten Monatsdrittel etwa $4^1/_2$ Stund. sichtbar 23.	Anfangs v. $2^1/_2$ Uhr an, zuletzt von 1 Uhr ab sichtb. 23.	Geht Ende d. Monats schon vor Mitternacht auf 22.

Ephemeriden veränderlicher Sterne.

Zusammengestellt von **C. Hoffmeister**
als Auszug aus den Ephemeriden der Sternwarte zu Bamberg.

(Mittlere Zeit Greenwich.)

A. Kleinstes Licht der helleren Algolsterne.

TV Cassiopeiae.

	h		h		h
Jan. 1	15·4	Mai 1	6·5	Sept. 1	12·7
Febr. 1	10·9	Juni 1	2·1	Okt. 0	12·7
März 0	15·5	Juli 0	2·1	Nov. 0	8·3
April 0	11·0	Aug. 1	17·1	Dez. 1	3·8

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	1	19·5	7 =	12	16·5	12 =	21	18·0
2	3	15·0	8	14	12·0	13	23	13·5
3	5	10·5	9	16	7·5	14	25	9·0
4	7	6·0	10	18	3·0	15	27	4·5
5	9	1·5	11	19	22·5	16	29	0·0
6	10	21·0				17	30	19·6

U Cephei.

	h		h		h
Jan. 0	13·3	Mai 0	5·1	Sept. 1	20·5
Febr. 1	23·1	Juni 1	14·9	Okt. 1	18·4
März 1	9·2	Juli 1	12·8	Nov. 0	16·4
April 0	7·1	Aug. 0	10·7	Dez. 0	14·3

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	2	11·8	5 =	12	11·1	9 =	22	10·5
2	4	23·7	6	14	23·0	10	24	22·3
3	7	11·5	7	17	10·8	11	27	10·1
4	9	23·3	8	19	22·6	12	29	22·0

RZ Cassiopeiae.

	h		h		h
Jan. 1	0·5	Mai 0	12·9	Sept. 0	15·5
Febr. 1	2·3	Juni 0	14·8	Okt. 0	12·7
März 0	14·1	Juli 0	11·9	Nov. 0	14·5
April 0	15·9	Aug. 0	13·7	Dez. 0	11·6

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	1	4·7	9 =	10	18·2	18 =	21	12·4
2	2	9·4	10	11	22·9	19	22	17·0
3	3	14·1	11	13	3·6	20	23	21·7
4	4	18·8	12	14	8·2	21	25	2·4
5	5	23·4	13	15	12·9	22	26	7·1
6	7	4·1	14	16	17·6	23	27	11·8
7	8	8·8	15	17	22·3	24	28	16·5
8	9	13·5	16	19	3·0	25	29	21·2
			17	20	7·7	26	31	1·8

Algolminima.

	h		h		h
Jan. 1	15·5	Febr. 2	4·5	März 2	21·6
4	12·3	5	1·3	5	18·4
7	9·1	7	22·1	8	15·3
10	6·0	10	19·9	11	12·1
13	2·8	13	16·7	14	8·9
15	23·6	16	13·6	17	5·7
18	20·4	19	10·4	20	2·5
21	17·2	22	7·2	22	23·3
24	14·0	25	4·0	25	20·1
27	10·8	28	0·8	28	17·0
30	7·7			31	13·8

	h		h		h
April 3	10·6	Aug. 1	20·8	Sept. 2	9·8
6	7·4	4	17·6	5	6·6
9	4·2	7	14·4	8	3·4
12	1·0	10	11·2	11	0·2
14	21·8	13	8·1	13	21·0
17	18·7	16	4·9	16	17·8
20	15·5	19	1·7	19	14·7
23	12·3	21	22·5	22	11·5
26	9·1	24	19·3	25	8·3
29	5·9	27	16·1	28	5·1
		30	12·9		

	h		h		h
Okt. 1	2·0	Nov. 1	14·9	Dez. 3	3·9
3	22·8	4	11·8	6	0·7
6	19·7	7	8·6	8	21·5
9	16·5	10	5·4	11	18·4
12	13·3	13	2·2	14	15·2
15	10·1	15	23·0	17	12·0
18	6·9	18	19·8	20	8·8
21	3·7	21	16·6	23	5·6
24	0·5	24	13·5	26	2·4
26	21·3	27	10·3	28	23·2
29	18·1	30	7·1	31	20·0

Die Minima sind nach der Chandlerschen Formel berechnet und treten z. Zt. etwa 3^h früher ein, als die Ephemeride angibt. In den Monaten Mai bis Juli ist Algol wegen seines tiefen Standes nicht mit Vorteil zu beobachten.

λ Tauri.

	h		h		h
Jan. 2	16·9	Mai 1	7·0	Sept. 0	19·9
Febr. 3	7·8	Juni 1	21·9	Okt. 2	10·9
März 2	23·9	Juli 3	12·9	Nov. 3	1·8
April 3	14·9	Aug. 0	5·0	Dez. 0	17·9

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	3	22·9	4 =	15	19·5	6 =	23	17·2
2	7	21·7	5	19	18·4	7	27	16·1
3	11	20·6				8	31	15·0

R Canis majoris.

	h		h		h
Jan. 0	15·9	Mai 1	1·8	Sept. 0	18·1
Febr. 0	8·0	Juni 0	17·9	Okt. 1	10·2
März 0	17·6	Juli 0	6·7	Nov. 1	2·3
April 0	9·7	Aug. 1	2·0	Dez. 0	15·2

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
2 =	2	6·5	12 =	13	15·2	20 =	22	17·3
4	4	13·1	14	15	21·7	22	24	23·8
6	6	19·6	16	18	4·2	24	27	6·3
8	9	2·1	18	20	10·7	26	29	12·8
10	11	8·6				28	31	19·4

δ Librae.

	h		h		h
Jan. 1	18·6	Mai 0	11·2	Sept. 0	19·6
Febr. 1	0·7	Juni 2	1·2	Okt. 1	1·8
März 0	23·0	Juli 2	7·4	Nov. 0	7·9
April 0	5·1	Aug. 1	13·5	Dez. 0	14·0

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
2 =	4	15·7	6 =	13	23·1	10 =	23	6·6
3	6	23·6	7	16	7·0	11	25	14·4
4	9	7·4	8	18	14·9	12	27	22·3
5	11	15·3	9	20	22·7	13	30	6·1

U Ophiuchi.

	h		h		h
Jan. 1	9·7	Mai 0	12·0	Sept. 1	14·9
Febr. 0	14·4	Juni 1	8·8	Okt. 0	3·3
März 1	2·7	Juli 1	13·4	Nov. 1	0·1
April 0	7·3	Aug. 0	18·0	Dez. 1	4·8

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	1	16·3	7 =	11	17·8	13 =	21	19·3
2	3	8·5	8	13	10·1	14	23	11·6
3	5	0·8	9	15	2·3	15	25	3·8
4	6	17·0	10	16	18·6	16	26	20·1
5	8	9·3	11	18	10·8	17	28	12·4
6	10	1·5	12	20	3·1	18	30	4·6

Z Herculis.

	h		h		h
Jan. 2	23·9	Mai 2	18·7	Sept. 3	13·4
Febr. 3	22·6	Juni 3	17·4	Okt. 1	12·2
März 3	21·3	Juli 1	16.1	Nov. 2	10·8
April 0	20·1	Aug. 2	14·8	Dez. 0	9·6

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	3	23·8	4 =	15	23·3	6 =	23	23·0
2	7	23·7	5	19	23·1	7	27	22·8
3	11	23·5				8	31	22·6

RX Herculis.

	m_1 h	m_2 h		m_1 h	m_2 h
Jan. 1	1·4	0 4·0	Juli 1	11·3	0 14·0
Febr. 0	7·0	1 4·4	Aug. 0	17·0	1 14·3
März 0	18·0	1 15·3	Sept. 1	17·3	0 20·0
April 1	18·3	0 21·0	Okt. 0	4·3	1 1·6
Mai 0	5·3	1 2·7	Nov. 1	4·6	0 4·3
Juni 1	5·7	0 6·3	Dez. 1	10·3	0 13·0

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	1	18·7	7 =	12	10·8	13 =	23	2·9
2	3	13·4	8	14	5·5	14	24	21·6
3	5	8·1	9	16	0·2	15	26	16·3
4	7	2·7	10	17	18·9	16	28	11·0
5	8	21·4	11	19	13·6	17	30	5·7
6	10	16·1	12	21	8·2	18	32	0·3

RS Vulpeculae.

	h		h		h
Jan. 3	7·0	Mai 4	4·6	Sept. 2	2·2
Febr. 3	15·2	Juni 0	1·4	Okt. 3	10·5
März 2	12·0	Juli 1	9·6	Nov. 3	18·7
April 2	20·3	Aug. 1	17·9	Dez. 0	15·5

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	4	11·5	3 =	13	10·4	6 =	26	20·8
2	8	22·9	4	17	21·9	7	31	8·3
			5	22	9·3			

U Sagittae.

	h		h		h
Jan. 1	12·1	Mai 3	4·9	Sept. 1	21·8
Febr. 0	22·3	Juni 2	15·2	Okt. 2	8·0
März 3	8·5	Juli 3	1·4	Nov. 1	18·2
April 2	18·7	Aug. 2	11·6	Dez. 2	4·4

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	3	9·1	4 =	13	12·5	8 =	27	1·1
2	6	18·3	5	16	21·7	9	30	10·2
3	10	3·4	6	20	6·8	10	33	19·3
			7	23	15·9			

Y Cygni.

	Gerades Min. h	Ungerades Min. h		Gerades Min. h	Ungerades Min. h
Jan. 1	4·6	2 18·1	Juli 2	23·3	1 12·8
Febr. 0	3·7	1 17·2	Aug. 1	22·4	0 12·0
März 2	2·9	0 16·4	Sept. 0	21·5	2 11·0
April 1	2·0	2 15·5	Okt. 0	20·6	2 10·1
Mai 1	1·1	2 14·6	Nov. 2	19·7	1 9·2
Juni 0	0·2	1 13·7	Dez. 2	18·8	1 8·4

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	2	23·9	4 =	11	23·6	8 =	23	23·3
2	5	23·8	5	14	23·6	9	26	23·2
3	8	23·7	6	17	23·5	10	29	23·1
			7	20	23·4			

B. Heliozentrische Hauptminima der helleren β Lyrae-Sterne.

u Herculis.

	h		h		h
Jan. 1	12·6	Mai 0	11·7	Sept. 0	13·1
Febr. 1	7·0	Juni 0	6·0	Okt. 1	7·5
März 2	0·1	Juli 1	0·4	Nov. 1	1·9
April 1	18·5	Aug. 0	18·8	Dez. 1	20·2

Vielfaches der Periode.

P	d	h	P	d	h	P	d	h
1 =	2	1·2	6 =	12	7·3	12 =	24	14·7
2	4	2·4	7	14	8·6	13	26	15·9
3	6	3·7	8	16	9·8	14	28	17·1
4	8	4·9	9	18	11·0	15	30	18·4
5	10	6·1	10	20	12·2	16	32	19·6
			11	22	13·5			

Hauptminima von β Lyrae.

	h		h		h
Jan. 0	16·4	Mai 9	21·3	Sept. 3	4·2
13	14·5	22	19·4	16	2·3
26	12·6			29	0·4
Febr. 8	10·7	Juni 4	17·5	Okt. 11	22·4
21	8·8	17	15·6	24	20·5
		30	13·7		
März 6	6·8	Juli 13	11·8	Nov. 6	18·6
19	4·9	26	9·9	19	16·7
April 1	3·0	Aug. 8	8·0	Dez. 2	14·8
14	1·1	21	6·1	15	12·9
26	23·2			28	11·0

Übersicht vorstehender Sterne.

Stern	Kartenort 1855·0						Jährliche Änderungen		Grenzen des Lichtwechsels		D	d
	h	m	s	°	′		s	′	M	m	h	h
TV Cassiopeiae	0	11	31	+ 58	20·0		+ 3·20	+ 0·33	7·4	—8·3	7·7	1·0?
U Cephei . . .	0	49	39	+ 81	5·5		+ 5·10	+ 0·33	6·9	—9·1	11·5	1·4
RZ Cassiopeiae	2	35	56	+ 69	1·2		+ 5·34	+ 0·26	6·4	—7·7	5·7	0·4
β Persei	2	58	45	+ 40	23·6		+ 3·89	+ 0·23	2·3	—3·5	9·3	0
λ Tauri	3	52	39	+ 12	4·6		+ 3·32	+ 0·17	3·8	—4·2	10·5	—
R Canis maj. .	7	12	55	— 16	7·6		+ 2·70	— 0·11	5·8	—6·4	6	—
δ Librae	14	53	14	— 7	56·4		+ 3·20	— 0·24	5·0	—5·9	10	—
U Ophiuchi . .	17	9	11	+ 1	22·6		+ 3·04	— 0·07	6·0	—6·8	7·7	0
Z Herculis . . .	17	51	34	+ 15	9·3		+ 2·71	— 0·01	7·1	—8·3	11	1·2
RX Herculis .	18	23	56	+ 12	30·9		+ 2·78	+ 0·04	7·1	—7·6	4·6	0
RS Vulpeculae	19	11	30	+ 22	11·0		+ 2·55	+ 0·11	7·4	—8·1	11·0	4·8
U Sagittae . .	19	12	27	+ 19	20·9		+ 2·63	+ 0·11	6·8	—9·4	11·5	1·7
Y Cygni	20	46	16	+ 34	6·9		+ 2·39	+ 0·22	7·1	—7·9	8	0
u Herculis . . .	17	11	58	+ 33	15·5		+ 2·21	— 0·07	4·8	—5·3	—	—
β Lyrae	18	44	44	+ 33	11·8		+ 2·21	+ 0·07	3·4	—4·1	—	—

D = Dauer der Verfinsterung.
d = Dauer des kleinsten Lichtes
M = Normal- } Helligkeit der Algolsterne.
m = Minimal- }

C. Größtes und kleinstes Licht der helleren langperiodischen Sterne.

Stern	Kartenort 1855·0					Jährliche Änderungen		Größtes Licht 1921		Kleinstes Licht 1921	
	h	m	s	°	′	s	′	m		m	
R Andromedae	0	16	25	+ 37	46·4	+ 3·16	+ 0·33	5·6	Febr. 14	14·0	Okt. 16
o Ceti (Mira) . .	2	12	1	— 3	38·4	+ 3·03	+ 0·28	2·0	Juni 16	9·6	März 12
R Leonis	9	39	45	+ 12	5·9	+ 3·23	— 0·27	5·0	Jan. 26 / Dez. 14	10·2	Juli 23
R Ursae maj. .	10	34	19	+ 69	32·1	+ 4·38	— 0·31	5·9	Sept. 15	13·1	Mai 20
T Ursae maj. .	12	29	47	+ 60	17·2	+ 2·77	— 0·33	5·5	Mai 24	12·7	Febr. 5 / Dez. 28
R Hydrae . . .	13	21	48	— 22	31·8	+ 3·27	— 0·31	3·5	Nov. 22	10·1	Mai 23
R Bootis	14	30	48	+ 27	22·1	+ 2·65	— 0·26	5·9	Juni 1	12·2	Febr. 15 / Sept. 26
R Serpentis . .	15	44	1	+ 15	34·6	+ 2·76	— 0·19	5·8	März 23	< 13·0	Okt. 17
S Herculis . . .	16	45	18	+ 15	11·4	+ 2·73	— 0·11	5·9	März 8	13·1	Juli 26
R Aquilae . . .	18	59	23	+ 8	0·7	+ 2·89	+ 0·09	6·2	Nov. 14	11·2	Juli 11
R Cygni	19	32	56	+ 49	52·5	+ 1·61	+ 0·13	5·9	April 16	13·8	Keine Ersch.
χ Cygni	19	45	0	+ 32	33·0	+ 2·31	+ 0·15	4·2	Aug. 30	13·2	März 12
T Cephei	21	7	33	+ 67	54·4	+ 0·82	+ 0·24	5·2	März 9	10·8	Sept. 3
R Cassiopeiae .	23	51	4	+ 50	34·9	+ 3·03	+ 0·33	4·8	Sept. 28	13·2	März 31
W Ceti	23	54	42	— 15	29·0	+ 3·08	+ 0·33	6.5	Juni 9	< 12·0	Jan. 11

Die für die Maxima angegebenen Größen sind Höchstwerte und werden nicht in jeder Erscheinung erreicht. Bei einigen Sternen stellen die benutzten Formeln den Gang des Lichtwechsels nicht mehr gut dar. Bei T Ursae majoris, R Bootis und R Serpentis sind die Erscheinungen um mehrere Wochen früher zu erwarten als die Tafel angibt.

Finsternisse im Jahre 1921

(Mittlere Zeit Greenwich.)

1. Ringförmige Sonnenfinsternis, April 7.

		westl. Länge v. Gr.		Geogr. Breite	
Beginn der Finsternis überhaupt	18h 51·6m	14°	40′	+ 17°	59′
» » zentralen Finsternis	20 23·5	42	38	+ 45	41
Zentrale Finsternis im wahren Mittag . . .	21 44·8	325	41	+ 75	28
Ende der zentralen Finsternis	22 5·8	206	55	+ 77	30
» » Finsternis überhaupt	23 37·7	255	2	+ 51	12

In ganz Europa sichtbar.

2. Vollständige Mondfinsternis, April 21.

Anfang der Finsternis überhaupt	18h 3.2m
» » totalen Finsternis	19 23·5
Mitte der Finsternis	19 44·4
Ende der totalen Finsternis	20 5·3
» » Finsternis überhaupt	21 25·7

Größe der Verfinsterung in Teilen des Monddurchmessers 1·074. In Europa unsichtbar.

3. Vollständige Sonnenfinsternis, September 30/Oktober 1.

		westl. Länge v. Gr.		Geogr. Breite	
Beginn der Finsternis überhaupt	22h 27·2m	70°	28′	— 19°	56′
» » zentralen Finsternis	0 0·0	96	33	— 52	28
Zentrale Finsternis im wahren Mittag . . .	1 7·3	19	23	— 84	23
Ende der zentralen Finsternis	1 11·1	232	46	— 86	20
» » Finsternis überhaupt	2 44·0	309	3	— 55	22

In Europa unsichtbar.

4. Teilweise Mondfinsternis, Oktober 16.

Anfang der Finsternis überhaupt	9h 14·0m
Mittel » »	10 53·8
Ende » » überhaupt	12 33·6

Größe der Verfinsterung in Teilen des Monddurchmessers 0·938. In Europa sichtbar.

Scheinbare Sternörter 1921

Obere Kulmination Greenwich

1921	α Andromedae	β Andromedae	α Arietis	β Persei	α Tauri	β Aurigae	γ Geminorum	α Can. minor.	ι Urs. maj.	α Leonis	β Leonis
	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
	0 4	1 5	2 2	3 3	4 31	5 53	6 33	7 35	8 53	10 4	11 45
Jan. 0	18·7^s	19·4^s	44·3^s	3·5^s	25·1^s	46·8^s	11·0^s	12·0^s	50·5^s *	11·4^s *	2·7^s
10	18·6	19·3	44·2	3·4	25·0	46·9	11·1	12·1	50·8 *	11·7 *	3·0
20	18·4	19·1	44·1	3·2	25·0	46·9	11·1	12·2	51·0	11·9 *	3·3
30	18·3	18·9	43·9	3·0	24·9	46·8	11·1	12·2	51·2	12 1 *	3·6
Febr. 9	18·2	18·8	43·8	2·8	24·7	46·6	11·0	12·2	51·3	12·2	3·8
19	18·1	18·6	43·6	2·6	24·6	46·4	10·9	12·1	51·3	12·3	4·0
März 1	18·1	18·5	43·5	2·3	24·4	46·2	10·8	12·0	51·2	12·3	4·1
11	18·0	18·4	43·3	2·1	24·2	46·0	10·6	11·9	51·1	12·3	4·2
21	18·1	18.4	43·2	2·0	24·0	45·7	10·4	11·7	50·9	12·3	4·2
31	18·1	18·4	43·2	1·8	23·9	45·4	10·2	11·5	50·7	12·2	4·3
April 10	18·3	18·4	43·2	1·7	23·7	45·2	10·1	11·3	50·5	12·1	4·2
20	18·4	18·5	43·2	1·7	23·6	45·0	9·9	11·2	50·2	12·0	4·2
30	18·6	18·7	43·3	1·7	23·6	44·8	9·8	11·0	50·0	11·8	4·1
Mai 10	18·9	18·9	43·4	1·8	23·5	44·7	9·6	10·9	49·7	11·7	4·0
20	19·2	19·1	43·6	1·9	23·6	44·6	9·6	10·8	49·5	11·5	3·9
30	19·5	19·4	43·8	2·1	23·6	44·6	9·5	10·7	49·3	11·4	3·8
Juni 9	19·8	19·7	44·1	2·4	23·8	44·7	9·6	10·7	49·1	11·3	3·7
19	20·1	20·1	44·4	2·7	23·9	44·8	9·6	10·7	49·0	11·2	3·5
29	20·5	20·4	44·7	3·0	24·1	45·0	9·7	10·7	49·0	11·1	3·4
Juli 9	20·8	20·8	45·0	3·4	24·4	45·2	9·8	10·8	48·9	11·1	3·3
19	21·1	21·1	45·3	3·7	24·6	45·4	10·0	10·9	49·0	11·0	3·2
29	21·4	21·5	45·7	4·1	24·9	45·7	10·2	11·0	49·0	11·0	3·1
Aug. 8	21·6	21·8	46·0	4·5	25·2	46·0	10·4	11·1	49·1	11·0	3·1
18	21·9	22·1	46·3	4·9	25·5	46·4	10·6	11·3	49·3	11·1	3·0
28	22·0	22·3	46·5	5·2	25·8	46·8	10·9	11·5	49·5	11·1	3·0
Sept. 6	22·2	22·6*	46·8*	5·5*	26·1*	47·1*	11·2*	11·7*	49·7 *	11·2 *	3·0
16	22·3	22·7*	47·0*	5·9*	26·4*	47·5*	11·4*	12·0*	50·0 *	11·4 *	3·0
26	22·4	22·9	47·2*	6·1*	26·7*	47·9*	11·7*	12·2*	50·3 *	11·5 *	3·1
Okt. 6	22·4	23·0	47·3*	6·4*	26·9*	48·3*	12·0*	12·5*	50·6 *	11·7 *	3·1
16	22·4	23·0	47·5	6·6*	27·2*	48·7*	12·3*	12·8*	51·0 *	12·0 *	3·3
26	22·3	23·1	47·6	6·8	27·4*	49·1*	12·6*	13·1*	51·4 *	12·2 *	3·5
Nov. 5	22·2	23·1	47·6	7·0	27·6*	49·5*	12·9*	13·4*	51·8 *	12·5 *	3·7
15	22·2	23·0	47·6	7·1	27·8	49·8*	13·2*	13·7*	52·3 *	12·8 *	3·9
25	22·0	22·9	47·6	7·1	27·9	50·1*	13·5*	14·0*	52·7 *	13·1 *	4·2
Dez. 5	21·9	22·8	47·6	7·2	28·1	50·3	13·7*	14·2*	53·2 *	13·4 *	4·5
15	21·8	22·7	47·5	7·1	28·1	50·5	13·9	14·5*	53·6 *	13·8 *	4·9
25	21·6	22·6	47·5	7·1	28.2	50·7	14·0	14·7*	53·9 *	14·1 *	5·2
35	21·5	22·4	47·3	7·0	28·2	50·8	14·1	14·8	54·3 *	14·4 *	5·5
Mittlere Deklination	+28° 39′	+35° 12′	+23° 5′	+40° 39′	+16° 21′	+44° 56′	+16° 28′	+5° 25′	+48° 21′	+12° 21′	+15° 0·8′

Anmerkung: Die mit * bezeichneten Werte gelten für den nächsten Tag (also September 7, 17, 27 usw.).

Scheinbare Sternörter 1921

Obere Kulmination Greenwich

1921	δ Virginis	α Virginis	α Boötis	α Serpentis	δ Ophiuchi	α Ophiuchi	α Lyrae	β Cygni	α Cygni	ε Pegasi	o Andromedae
	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m	AR h m
	12 51	13 21	14 12	15 40	16 10	17 31	18 34	19 27	20 38	21 40	22 58
Jan. 1	37·9ˢ	2·2ˢ	3·3ˢ	22·1ˢ	11·8ˢ	15·2ˢ	14·5ˢ	31·2ˢ	43·4ˢ	18·0ˢ	17·2ˢ
11	38·2	2·5	3·6	22·4	12·0	15·4	14·6	31·2	43·3	18·0	17·0
21	38·5	2·8	3·9	22·7	12·3	15·6	14·8	31·3	43·3	18·0	16·9
31	38·8	3·1	4·2	23·0	12·6	15·8	15·0	31·5	43·4	18·0	16·8
Febr. 10	39·1	3·4	4·5	23·3	12·9	16·1	15·2	31·7	43·5	18·0	16·7
20	39·3	3·7	4·8	23·6	13·2	16·4	15·5	31·9	43·6	18·1	16·7
März 2	39·5	3·9	5·1	23·9	13·5	16·7	15·8	32·1	43·8	18·2	16·7
12	39·7	4·1	5·3	24·1	13·8	17·0	16·1	32·4	44·0	18·4	16·8
21	39·8	4·2*	5·5*	24·4*	14·1*	17·2*	16·5*	32·6*	44·3*	18·5*	16·9*
31	39·9	4·3	5·7*	24·6*	14·3*	17·5*	16·8*	32·9*	44·6*	18·7*	17·0*
April 10	39·9	4·4	5·8*	24·8*	14·5*	17·8*	17·1*	33·2*	45·0*	19·0*	17·2*
20	39·9	4·5	5·9	25·0*	14·7*	18·0*	17·4*	33·5*	45·3*	19·2*	17·5*
30	39·9	4·5	5·9	25·1	14·9*	18·3*	17·7*	33·9*	45·7*	19·5*	17·8*
Mai 10	39·9	4·5	5·9	25·2	15·1	18·5*	18·0*	34·1*	46·1*	19·8*	18·1*
20	39·8	4·5	5·9	25·3	15·2	18·7*	18·3*	34·4*	46·4*	20·1*	18·5*
30	39·7	4·4	5·9	25·4	15·3	18·8	18·5*	34·7*	46·8*	20·4*	18·9*
Juni 9	39·6	4·3	5·9	25·4	15·4	19·0	18·7*	34·9*	47·1*	20·7*	19·2*
19	39·5	4·3	5·8	25·4	15·4	19·1	18·8	35·1*	47·4*	21·0*	19·6*
29	39·4	4·2	5·7	25·4	15·4	19·1	18·9	35·3	47·6*	21·2*	19·9*
Juli 9	39·3	4·0	5·5	25·3	15·3	19·1	19·0	35·4	47·8*	21·5*	20·3*
19	39·2	3·9	5·4	25·2	15·3	19·1	19·0	35·4	47·9	21·7*	20·6*
29	39·1	3·8	5·3	25·1	15·2	19·0	18·9	35·4	48·0	21·8*	20·8*
Aug. 8	39·0	3·7	5·1	25·0	15·0	18·9	18·8	35·4	48·0	21·9	21·0*
18	38·9	3·6	5·0	24·8	14·9	18·8	18·6	35·3	48·0	22·0	21·2
28	38·8	3·4	4·8	24·7	14·7	18·6	18·4	35·2	47·9	22·0	21·3
Sept. 7	38·7	3·4	4·7	24·5	14·6	18·4	18·2	35·1	47·8	22·0	21·4
17	38·7	3·3	4·5	24·3	14·4	18·3	18·0	34·9	47·6	22·0	21·4
27	38·7	3·3	4·4	24·2	14·2	18·1	17·7	34·7	47·4	21·9	21·3
Okt. 7	38·7	3·3	4·4	24·1	14·1	17·9	17·4	34·5	47·1	21·8	21·3
17	38·8	3·3	4·4	24·0	14·0	17·7	17·2	34·2	46·9	21·6	21·2
27	38·9	3·4	4·4	23·9	13·9	17·6	16·9	34.0	46·6	21·5	21·0
Nov. 6	39·0	3·5	4·4	23·9	13·9	17·5	16·7	33·8	46·3	21·3	20·8
16	39·2	3·7	4·6	23·9	13·9	17·4	16·5	33·7	46·1	21·2	20·7
26	39·5	3·9	4·7	24·0	14·0	17·4	16·4	33·5	45·8	21·1	20·5
Dez. 6	39·8	4·2	4·9	24·2	14·1	17·4	16·3	33·4	45·6	20·9	20·3
16	40·1	4·5	5·2	24·3	14·2	17·5	16·3	33·4	45·5	20·8	20·1
26	40·4	4·8	5·5	24·6	14·4	17·6	16·3	33·4	45·3	20·7	19·9
36	40·7	5·1	5·8	24·8	14·7	17·7	16·4	33·4	45·2	20·7	19·7
Mittlere Deklination	+3° 49·6′	−10° 45·0′	+19° 35·6′	+6° 40·4′	−3° 29·5′	+12° 37·0′	+38° 42·6′	+27° 47·6′	+44° 59·8′	+9° 30·7′	+41° 54·1′

Anmerkung: Die mit * bezeichneten Werte gelten für den nächsten Tag.

Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 40753

November/Dezember 1920 Elftes/Zwölftes Heft

SIRIUS

Rundschau der gesamten Sternforschung für Freunde der Himmelskunde und Fachastronomen

In Verbindung mit Prof. Dr. G. Berndt u. Prof. C. Metger herausgegeben von Dr. H. H. Kritzinger

Verlag E. H. Mayer, Leipzig

53. Jahrgang.
1920.

Elftes/Zwölftes Heft.
November/Dezember.

Inhalt des elften u. zwölften Heftes.

Kalender 1921 . . . . . .
Jahresinhalt . . . . . .

LEIPZIG, Täubchenweg 21.

Eduard Heinrich Mayer
Verlagsbuchhandlung.

Für Liebhaberastronomen
POSITIONSFADENMIKROMETER
D.R.G.M.
für Doppelsterne Planeten-Bewegungen Mond-Oberfläche

für Messungen am Uhrwerk-losen Fernrohr
FEINMECHANISCHE ANSTALT, NÜRNBERG.

An unsere Leser!

Das weitere maßlose Anschwellen der Papier- und Druckpreise, das im Gegensatz zu dem langsam merkbaren Nachlassen der Preise auf anderen Gebieten des Wirtschaftslebens steht, macht es uns leider unmöglich, den Sirius zu dem bisherigen Preise weiter zu liefern.

Um unseren Lesern eine Vorstellung von der Preissteigerung des Papieres und der Druckherstellung zu geben, lassen wir hier eine Gegenüberstellung folgen, die ein anschauliches Bild der Verteuerung bietet:

Das Papier kostete:	Der Druck kostete:
im Januar 1920 das 7 fache	im Januar 1920 das 4½ fache
im März 1920 das 13 fache	im Februar 1920 das 6 fache
im Mai 1920 das 20 fache	im April 1920 das 8 fache
im Juni 1920 das 24 fache	im Juni 1920 das 10 fache
des Friedenspreises.	des Friedenspreises.

Eine Minderung ist bisher nicht eingetreten, auch keinesfalls zu erwarten. Wir sind daher zu unserem Bedauern abermals gezwungen, dieser Erhöhung der Herstellungskosten Rechnung zu tragen und den Preis des Sirius nochmals zu erhöhen, und zwar auf M. 30.— vom Januar-Heft 1921 an. Bei dieser Maßregel leitete uns der Gedanke, daß es unseren Lesern lieb sein werde, den Sirius in seiner bisherigen Ausstattung und Inhalt weiter zu erhalten.

Wir zweifeln nicht, daß unsere bisherigen Leser dieser durch die Not bedungenen Maßregel das nötige Verständnis entgegenbringen und den Sirius auch in dieser schweren Zeit, die hoffentlich überwunden werden wird, treu bleiben werden.

Berlin und Leipzig, im Oktober 1920.

Die Schriftleitung. Die Verlagshandlung.

ZEISS

astronomische Instrumente

1 Meter Spiegelteleskop der Hamburger Sternwarte in Bergedorf
Spiegeldurchmesser 1000 *mm*, Brennweite 3 *m*.

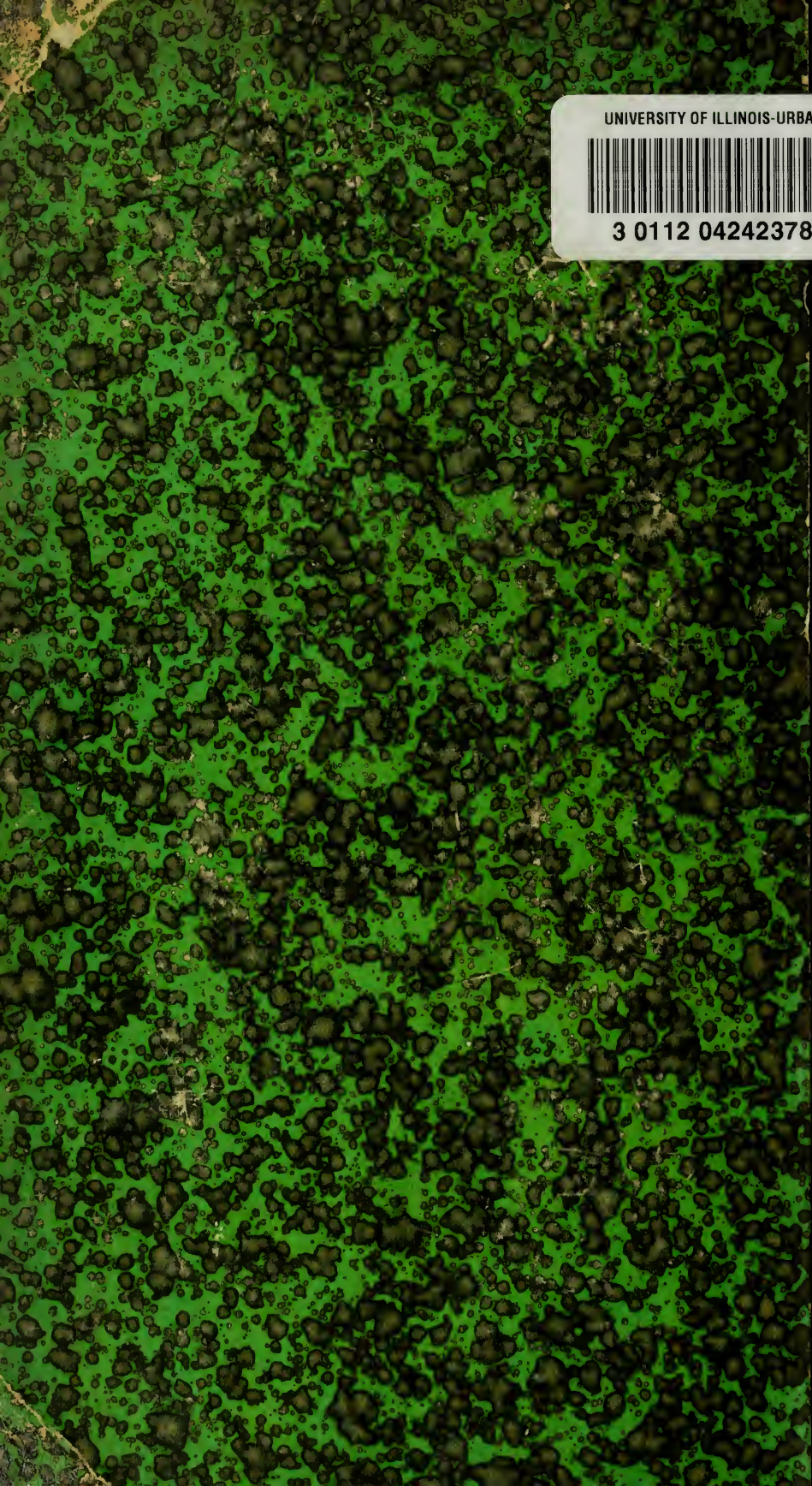
Ausrüstungen für Liebhaber-Astronomen
Terrestrische Fernrohre
Aussichtsfernrohre / Astronomische Optik / Kuppeln
Druckschrift „As 4“ kostenlos

Berlin
Hamburg
Wien

CARL ZEISS
JENA

New York
Buenos Aires
Tokio

Druck von Oskar Leiner in Leipzig. 41070


UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 042423787